수능완성

생명 과학Ⅱ

과학탐구영역

이 책의 **차례**

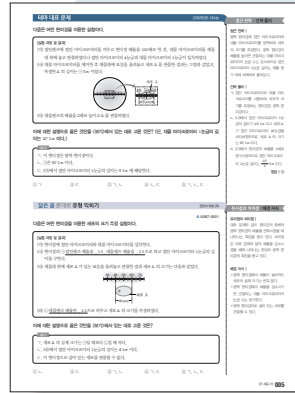
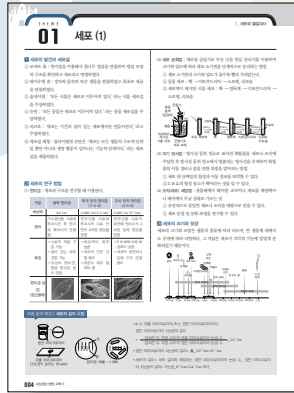
CONTENTS

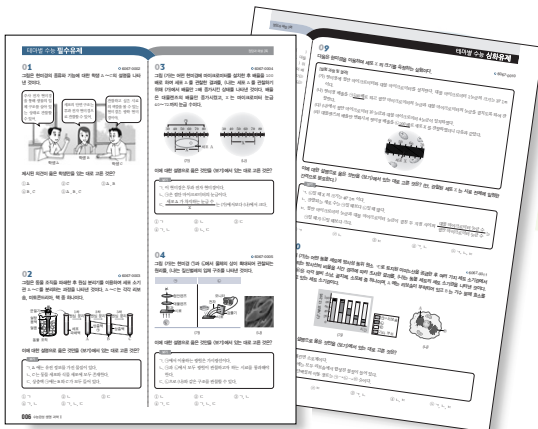
- EBS*i* 홈페이지(www.ebs*i*.co.kr)에 들어오셔서 회원으로 등록하세요.
- 본 방송 교재의 강의 프로그램은 EBS 인터넷 방송을 통해 다시 보실 수 있습니다.(VOD 무료 서비스 실시)
- 교재 및 강의 내용에 관한 문의는 EBS*i* 홈페이지(www.ebs*i*.co.kr)의 학습 Q&A 서비스를 활용하시기 바랍니다.

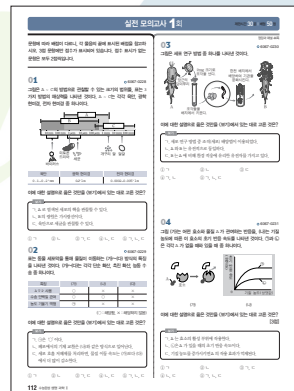
이 책의 **구성과 특징**

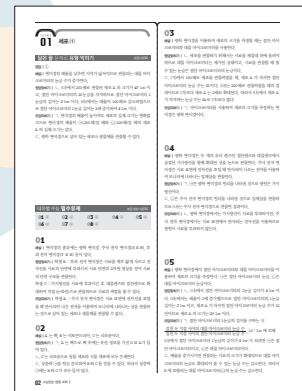
STRUCTURE

테마별 교과내용 정리

교과서의 주요 내용을 핵심만 일목요연하게 정리하고, 하단에 자료 분석 특강을 수록하여 심층적인 이해를 도모하였습니다.

테마별 대표 문제

기출문제, 접근 전략, 간략 풀이를 통해 대표 유형을 익힐 수 있고, 함께 실린 닮은 꼴 문제를 스스로 풀며 유형에 대한 적응력을 기를 수 있습니다.

테마별 필수유제와 심화유제

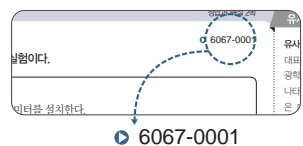
수능 출제 경향 분석에 근거하여 개발한 다양한 유형의 문제들을 수록하여 심화유제 코너에는 난이도 높은 문제들을 소개 하였습니다.

실전 모의고사 5회분

실제 대수능과 동일한 배점과 난이도의 모의고사를 풀어봄으로써 수능에 대비할 수 있도록 하였습니다.

정답과 해설

정답의 도출 과정과 교과의 내용을 연결하여 설명하고, 오답을 찾아 분석함으로써 유사 문제 및 응용 문제에 대한 대비가 가능하도록 하였습니다.

문항별 해설 강의 검색 안내

EBS에서 제공하고 있는 해설 강의를 문항 코드로 빠르게 확인할 수 있는 검색 서비스입니다.
문항 코드 서비스와 본 교재의 프로그램은 EBS*i* PC / 모바일 사이트 및 APP에서 더 자세한 내용을 확인할 수 있습니다.

❶ 교재에서
문항별 고유 코드를 교재에서 확인하세요.

❷ PC/스마트폰에서
문항 코드를 검색창에 입력하세요.

❸ 강의 화면에서
해설 강의를 수강합니다.

THEME

01 세포 (1)

1 세포의 발견과 세포설

① 로버트 훅 : 현미경을 이용해서 참나무 껍질을 관찰하여 벌집 모양의 구조를 확인하고 세포라고 명명하였다.

② 레이우엔훅 : 정자와 물속의 작은 생물을 관찰하였고 최초로 세균을 관찰하였다.

③ 슐라이덴 : '모든 식물은 세포로 이루어져 있다.' 라는 식물 세포설을 주장하였다.

④ 슈반 : '모든 동물은 세포로 이루어져 있다.' 라는 동물 세포설을 주장하였다.

⑤ 피르호 : '세포는 기존의 살아 있는 세포로부터만 만들어진다.' 라고 주장하였다.

⑥ 세포설 제창 : 슐라이덴과 슈반은 '세포는 모든 생물의 구조적 단위일 뿐만 아니라 생명 활동이 일어나는 기능적 단위이다.' 라는 세포설을 제창하였다.

2 세포의 연구 방법

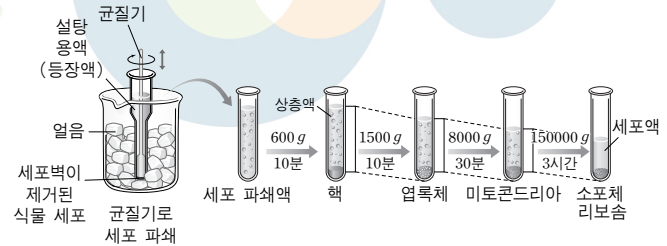
(1) **현미경** : 세포의 구조를 연구할 때 이용된다.

구분	광학 현미경	투과 전자 현미경 (TEM)	주사 전자 현미경 (SEM)
해상력	0.2 μm	0.0002 μm(0.2 nm)	0.005 μm(5 nm)
원리	가시광선을 시료에 투과시킨 후 렌즈로 확대시켜 관찰함	전자선을 시료에 투과시켜 시료 단면의 2차원 영상을 얻음	전자선을 시료의 표면에 반사시켜 3차원 입체 영상을 얻음
특징	• 시료의 색깔 구분 가능 • 살아 있는 세포 관찰 가능 • 위상차 현미경, 형광 현미경 등이 있음	• 해상력이 매우 높음 • 세포의 단면 관찰 용이 • 표본이 매우 얇아야 함	• TEM에 비해 해상력이 낮음 • 세포의 표면이나 입체 구조 관찰 용이
현미경 상 예 (짚신벌레)			

(2) **세포 분획법** : 세포를 균질기로 부순 다음 원심 분리기를 이용하여 크기와 밀도에 따라 세포 소기관을 단계적으로 분리하는 방법

① 세포 소기관의 크기와 밀도가 클수록 빨리 가라앉는다.

② 동물 세포 : 핵 → 미토콘드리아 → 소포체, 리보솜

③ 세포벽이 제거된 식물 세포 : 핵 → 엽록체 → 미토콘드리아 → 소포체, 리보솜

(3) **자기 방사법** : 방사성 동위 원소로 표지된 화합물을 세포나 조직에 주입한 후 방사성 동위 원소에서 방출되는 방사선을 추적하여 화합물의 이동 경로나 물질 전환 과정을 알아보는 방법

① 세포 내 단백질의 합성과 이동 경로를 파악할 수 있다.

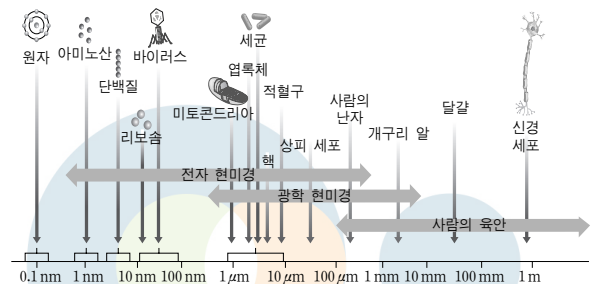
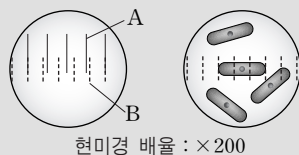
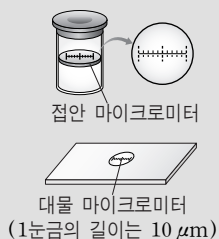
② DNA의 합성 장소가 핵이라는 것을 알 수 있다.

(4) **조직(세포) 배양법** : 생물체에서 떼어낸 조직이나 세포를 배양액이나 배지에서 무균 상태로 기르는 것

① 유전적으로 동일한 세포나 조직을 대량으로 얻을 수 있다.

② 세포 분열 및 분화 과정을 연구할 수 있다.

3 세포의 크기와 모양

세포의 크기와 모양은 생물의 종류에 따라 다르며, 한 생물체 내에서도 부위에 따라 다양하다. 그 까닭은 세포가 각각의 기능에 알맞게 분화되었기 때문이다.

자료 분석 특강 | 세포의 길이 측정

• A는 대물 마이크로미터, B는 접안 마이크로미터이다.
접안 마이크로미터 1눈금의 길이

$$= \frac{\text{겹쳐진 두 지점 사이의 대물 마이크로미터 눈금 수}}{\text{겹쳐진 두 지점 사이의 접안 마이크로미터 눈금 수}} \times 10\ \mu\text{m}$$

• 접안 마이크로미터 1눈금의 길이$=\frac{4}{5}\times 10\ \mu\text{m} = 8\ \mu\text{m}$

• 세포의 길이= 세포 길이에 해당하는 접안 마이크로미터의 눈금 수× 접안 마이크로미터 1눈금의 길이$=3$눈금$\times 8\ \mu\text{m} = 24\ \mu\text{m}$이다.

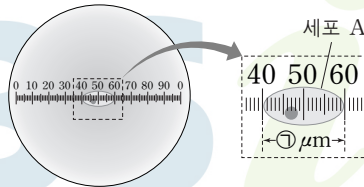
테마 대표 문제

2016학년도 대수능

다음은 어떤 현미경을 이용한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 접안렌즈에 접안 마이크로미터를 끼우고 현미경 배율을 100배로 한 후, 대물 마이크로미터를 재물대 위에 놓고 관찰하였더니 접안 마이크로미터 4눈금과 대물 마이크로미터 1눈금이 일치하였다.

(나) 대물 마이크로미터를 제거한 후 재물대에 표본을 올려놓고 세포 A를 관찰한 결과는 그림과 같았고, 측정한 A의 길이는 ㉠ μm이었다.

(다) 대물렌즈의 배율을 2배로 높이고 A를 관찰하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대물 마이크로미터 1눈금의 길이는 10 μm이다.)

보기

ㄱ. 이 현미경은 광학 현미경이다.

ㄴ. ㉠은 50이다.

ㄷ. (다)에서 접안 마이크로미터 1눈금의 길이는 5 μm에 해당한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |

광학 현미경에 접안 마이크로미터와 대물 마이크로미터를 장착하여 세포의 크기를 측정한다. 대물렌즈의 배율을 높이면 관찰되는 대물 마이크로미터의 눈금 수는 감소하므로 접안 마이크로미터 1눈금 길이는 배율 증가 비에 비례하여 줄어든다.

간략 풀이 |

ㄱ. 접안 마이크로미터와 대물 마이크로미터를 사용하여 세포의 크기를 측정하는 현미경은 광학 현미경이다.

ㄴ. (나)에서 접안 마이크로미터 1눈금의 길이가 2.5 μm이고 세포 A가 접안 마이크로미터 20눈금을 차지하였으므로 세포 A의 크기는 50 μm이다.

ㄷ. (다)에서 현미경의 배율을 2배로 증가시켰으므로 접안 마이크로미터 1눈금 길이는 $\frac{2.5}{2}$ μm이다.

정답 | ③

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 2쪽

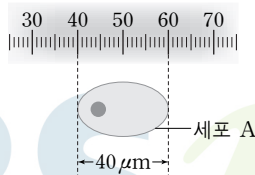
6067-0001

다음은 어떤 현미경을 이용한 세포의 크기 측정 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 현미경에 접안 마이크로미터와 대물 마이크로미터를 설치한다.

(나) 현미경의 ㉠접안렌즈 배율을 ×10, 대물렌즈 배율을 ×20으로 하고 접안 마이크로미터 1눈금의 길이를 구한다.

(다) 재물대 위에 세포 A가 있는 표본을 올려놓고 관찰한 결과 세포 A의 크기는 다음과 같았다.

(라) ㉡대물렌즈 배율만 ×10으로 바꾸고 세포 A의 크기를 측정하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대물 마이크로미터 1눈금의 길이는 10 μm이다.)

보기

ㄱ. 세포 A의 실제 크기는 ㉠일 때보다 ㉡일 때 작다.

ㄴ. (라)에서 접안 마이크로미터 1눈금의 길이는 4 μm이다.

ㄷ. 이 현미경으로 살아 있는 세포를 관찰할 수 없다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |

대표 문제와 같이 현미경의 종류와 광학 현미경의 배율을 변화시켰을 때 나타나는 특징을 묻고 있다. 차이점은 대표 문제와 달리 배율을 감소시켰을 때에 나타나는 현상과 광학 현미경의 특징을 묻고 있다.

배경 지식 |

- 광학 현미경에서 배율이 낮아져도 세포의 실제 크기는 변화 없다.
- 광학 현미경에서 배율을 감소시키면 관찰되는 대물 마이크로미터의 눈금 수는 증가한다.
- 광학 현미경으로 살아 있는 세포를 관찰할 수 있다.

01

6067-0002

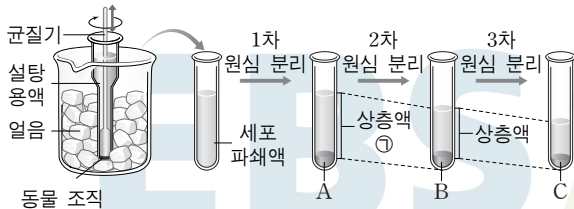
그림은 현미경의 종류와 기능에 대한 학생 A~C의 설명을 나타낸 것이다.

제시된 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② C ③ A, B
④ B, C ⑤ A, B, C

02

6067-0003

그림은 동물 조직을 파쇄한 후 원심 분리기를 이용하여 세포 소기관 A~C를 분리하는 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 리보솜, 미토콘드리아, 핵 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

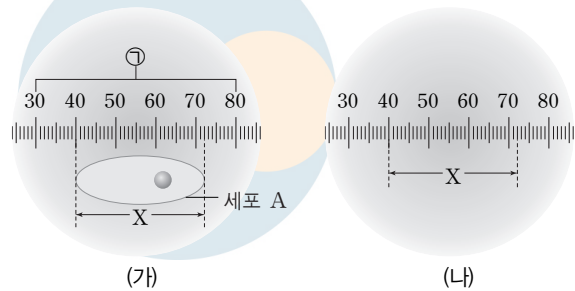
ㄱ. A에는 유전 정보를 가진 물질이 있다.
ㄴ. C는 동물 세포와 식물 세포에 모두 존재한다.
ㄷ. 상층액 ㉠에는 B와 C가 모두 들어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0004

그림 (가)는 어떤 현미경에 마이크로미터를 설치한 후 배율을 100배로 하여 세포 A를 관찰한 결과를, (나)는 세포 A를 관찰하기 위해 (가)에서 배율만 2배 증가시킨 상태를 나타낸 것이다. 배율은 대물렌즈의 배율만 증가시켰고, X는 마이크로미터 눈금 40~72까지 눈금 수이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

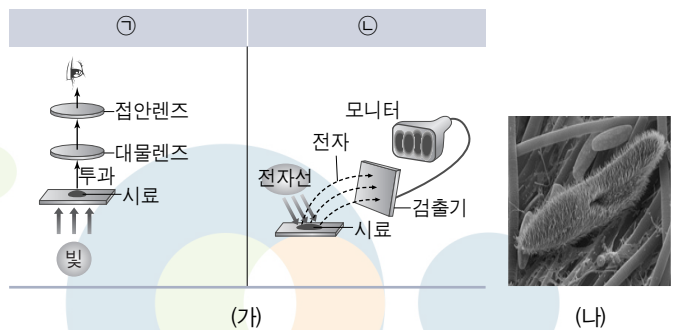
ㄱ. 이 현미경은 투과 전자 현미경이다.
ㄴ. ㉠은 접안 마이크로미터의 눈금이다.
ㄷ. $\frac{\text{세포 A가 차지하는 눈금 수}}{\text{X}}$는 (가)에서보다 (나)에서 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

6067-0005

그림 (가)는 현미경 ㉠과 ㉡에서 물체의 상이 확대되어 관찰되는 원리를, (나)는 짚신벌레의 입체 구조를 나타낸 것이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

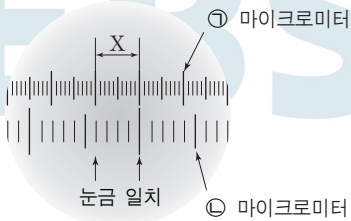
ㄱ. ㉠에서 이용하는 광원은 가시광선이다.
ㄴ. ㉠과 ㉡에서 모두 광원이 관찰하고자 하는 시료를 통과해야 한다.
ㄷ. ㉡으로 (나)와 같은 구조를 관찰할 수 있다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6067-0006

다음은 현미경을 이용하여 세포 A의 크기를 측정하는 실험이다.

(가) 현미경에 접안 마이크로미터와 대물 마이크로미터를 설치한다. 대물 마이크로미터 1눈금의 크기는 10 μm이다.
(나) 현미경 배율을 ⓐ100배로 하고 접안 마이크로미터의 눈금과 대물 마이크로미터의 눈금을 겹치도록 하여 관찰하였더니 그림과 같았고, 이때의 접안 마이크로미터 1눈금의 길이는 4 μm이다.

(다) 대물렌즈의 배율만 변화시켜 현미경 배율을 ⓑ200배로 하고 접안 마이크로미터의 눈금과 대물 마이크로미터의 눈금을 겹치도록 하여 관찰한다.
(라) (다)의 배율 상태에서 세포 A를 관찰하였더니 접안 마이크로미터의 10눈금과 일치하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 대물 마이크로미터이다.
ㄴ. (라)에서 세포 A의 크기는 20 μm이다.
ㄷ. X에 포함되는 ㉡ 마이크로미터의 눈금 수는 ⓐ일 때보다 ⓑ일 때가 많다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 6067-0007

그림은 동물의 간 조직을 분쇄한 후 원심 분리기를 이용하여 세포 소기관을 분리하는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 모두 원심 분리 속도이고, A는 세포 소기관이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 ㉡보다 크다.
ㄴ. A는 ⓐ와 ⓑ에 모두 들어 있다.
ㄷ. 세포 연구 방법 중 자기 방사법을 사용하였다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6067-0008

다음은 세포 연구에 이용되는 세 가지 방법 (가)~(다)에 대한 설명이다. (가)~(다)는 각각 조직(세포) 배양법, 자기 방사법, 세포 분획법 중 하나이다.

(가) 세포벽을 제거한 식물 세포를 등장액인 설탕 용액에 넣고 균질기로 잘게 부순 후 원심 분리기의 회전 속도와 시간을 조절하여 세포 소기관을 분리해낸다.
(나) 생물체로부터 특정 세포나 조직을 떼어내어 무균 상태로 배양한다.
(다) 생물체에 ^{14}C, ^{32}P, ^{35}S 등과 같은 방사성 동위 원소가 포함된 화합물을 주입한 후 시간의 경과에 따라 방사성 동위 원소로 표지된 물질에서 방출되는 방사선을 추적한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

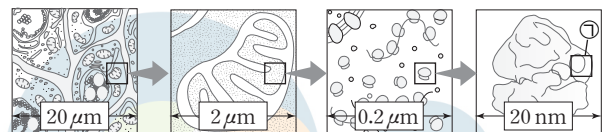
보기
ㄱ. (가)에서 원심 분리기의 회전 속도가 높을 때보다 낮을 때 가벼운 세포 소기관이 먼저 침전된다.
ㄴ. (나)를 통해 번식력이 약한 우수한 품종의 식물을 대량 얻을 수 있다.
ㄷ. (다)를 통해 CO_2가 식물체에서 이용되는 경로를 추적 조사할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 6067-0009

그림은 피부 세포의 일부를 단계적으로 부분 확대하여 관찰한 결과를, 표는 두 종류 현미경의 해상력을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 광학 현미경과 주사 전자 현미경 중 하나이다.

(가)	(나)
0.2 μm	0.005 μm

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)로 미토콘드리아를 관찰할 수 있다.
ㄴ. (나)로 리보솜의 입체 구조를 관찰할 수 있다.
ㄷ. (나)로 ㉠ 부분의 기능을 알아낼 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

접안 마이크로미터는 (　　) 렌즈 속에 설치하고, 대물 마이크로미터는 (　　) 위에 올려놓는다. 현미경의 배율을 높이면 물체의 크기는 (　　) 보이고 관찰되는 세포 수는 (　　)진다.

09

6067-0010

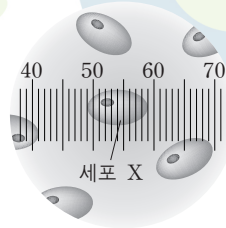
다음은 현미경을 이용하여 세포 X의 크기를 측정하는 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 현미경에 접안 마이크로미터와 대물 마이크로미터를 설치한다. 대물 마이크로미터 1눈금의 크기는 10 μm이다.

(나) 현미경 배율을 ㉠100배로 하고 접안 마이크로미터의 눈금과 대물 마이크로미터의 눈금을 겹치도록 하여 관찰한다.

(다) (나)에서 접안 마이크로미터 10눈금과 대물 마이크로미터 4눈금이 일치하였다.

(라) 대물렌즈의 배율만 변화시켜 현미경 배율을 ㉡200배로 세포 X를 관찰하였더니 다음과 같았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 관찰된 세포 X는 시료 전체에 일정한 간격으로 분포한다.)

보기

ㄱ. ㉡일 때 X의 크기는 40 μm이다.

ㄴ. 관찰되는 세포 수는 ㉠일 때보다 ㉡일 때 많다.

ㄷ. 접안 마이크로미터 눈금과 대물 마이크로미터 눈금이 겹친 두 지점 사이의 $\frac{\text{대물 마이크로미터 눈금 수}}{\text{접안 마이크로미터 눈금 수}}$는 ㉠일 때가 ㉡일 때보다 크다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

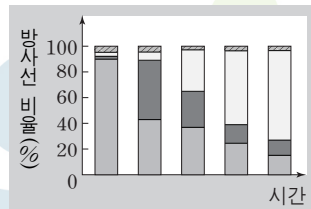
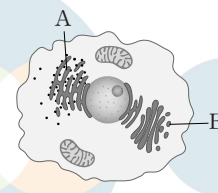
(　　)에서 합성된 단백질은 소포체 → (　　) → 분비 소낭을 거쳐 이동한다.

10

6067-0011

그림 (가)는 어떤 동물 세포에 방사성 동위 원소 ^{14}C로 표지된 아미노산을 공급한 후 여러 가지 세포 소기관에서 검출되는 방사선의 비율을 시간 경과에 따라 조사한 결과를, (나)는 동물 세포의 세포 소기관을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 분비 소낭, 골지체, 소포체 중 하나이며, A에는 리보솜이 부착되어 있고 B는 가수 분해 효소를 가지고 있는 세포 소기관이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 매끈면 소포체이다.

ㄴ. ㉢과 B에는 모두 리보솜에서 합성된 물질이 들어 있다.

ㄷ. 합성된 단백질의 이동 경로는 ㉠→㉡→㉢ 순이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

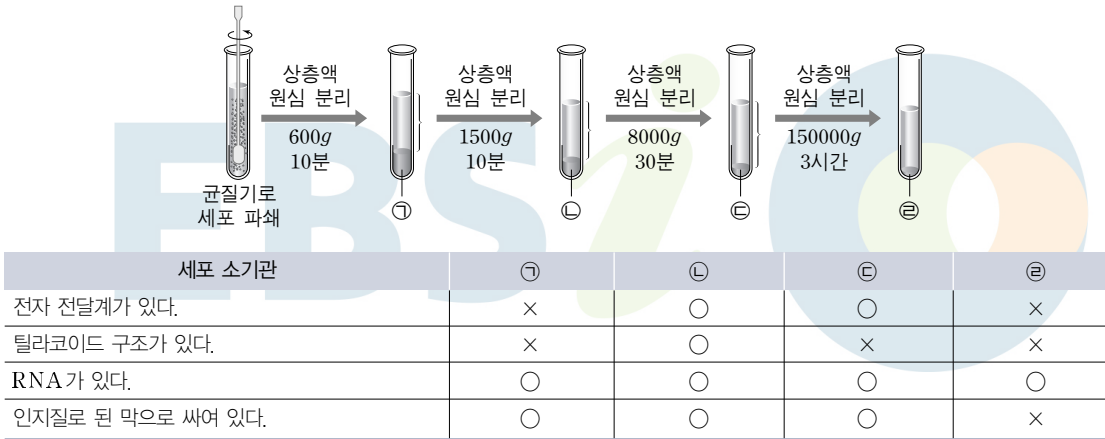
09 접안, 재물대, 크게, 적어

10 리보솜, 골지체

11

6067-0012

그림은 식물 세포의 세포벽을 제거하고 균질기로 파쇄한 후 원심 분리기를 이용하여 세포 소기관을 분리하는 과정을, 표는 각 분리 과정에서 얻은 침전물 속의 세포 소기관 ㉠~㉣의 특징을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 리보솜, 미토콘드리아, 엽록체, 핵 중 하나이다.

세포 소기관	㉠	㉡	㉢	㉣
전자 전달계가 있다.	×	○	○	×
틸라코이드 구조가 있다.	×	○	×	×
RNA가 있다.	○	○	○	○
인지질로 된 막으로 싸여 있다.	○	○	○	×

(○ : 해당함, × : 해당하지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

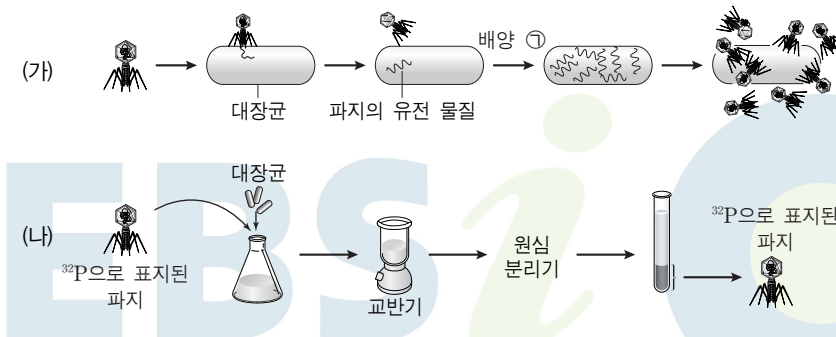
보기

ㄱ. ㉠, ㉡, ㉢에는 모두 DNA가 있다.
ㄴ. ㉡과 ㉢은 동물 세포와 식물 세포에 모두 존재한다.
ㄷ. ㉣은 리보솜이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

6067-0013

그림 (가)는 박테리오파지가 대장균에서 증식하는 과정을, (나)는 허시와 체이스가 유전 물질이 무엇인가를 알기 위해 수행한 실험 과정의 일부를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 대장균의 유전자를 동일하게 보존하기 위한 과정이다.
ㄴ. (나)에서는 세포 연구 방법 중 자기 방사법이 이용되었다.
ㄷ. 박테리오파지의 유전 물질에는 인(P)이 포함되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

11
세포 연구 방법 중 (　　)은 원심 분리기의 회전 (　　)와 시간을 조절하여 (　　)와 (　　)가 다른 세포 소기관을 분리하는 방법이다.

12
세포 연구 방법 중 방사성 동위 원소로 표지된 물질을 추적하여 세포 내 물질의 이동 과정을 연구하는 방법을 (　　)이라 하며, (　　)은 (　　)이나 세포를 배양액이나 배지에서 무균 상태로 배양한다.

정답
11 세포 분획법, 속도, 크기(밀도), 밀도(크기)
12 자기 방사법, 조직(세포) 배양법, 조직

세포 (2)

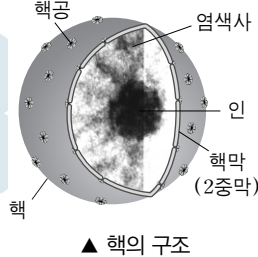
1 세포 소기관의 구조와 기능

(1) 생명 활동의 중심 – 핵

① 세포 생명 활동의 중심이다.

② 핵막 : 2중막이며 핵공을 통해 물질 출입이 일어난다.

③ 염색사 : DNA와 히스톤 단백질로 구성되며, 세포 분열 시 염색체로 응축된다.

④ 인 : RNA와 단백질로 구성되고 리보솜을 구성하는 rRNA가 합성되는 장소이다.

▲ 핵의 구조

(2) 에너지 전환(물질대사) – 미토콘드리아, 엽록체

① 미토콘드리아 : 세포 호흡이 일어나는 장소이며 DNA, RNA, 리보솜 등이 존재한다.

② 엽록체 : 광합성이 일어나는 장소이며 DNA, RNA, 리보솜 및 광합성 색소 등이 존재한다.

③ 미토콘드리아와 엽록체의 비교

구분	공통점	차이점
미토콘드리아	• DNA, RNA, 리보솜 존재 • ATP 합성(전자 전달계가 있음)	화학 에너지(유기물) → 화학 에너지(ATP), 열에너지
엽록체		빛에너지 → 화학 에너지(유기물)

(3) 물질의 합성과 이동 – 리보솜, 소포체, 골지체

① 리보솜 : 리보솜 RNA(rRNA)와 단백질로 이루어진 2개의 단위체가 결합된 형태이며, 단백질을 합성하는 장소이다.

② 거친면 소포체 : 표면에 리보솜이 붙어 있으며, 리보솜에서 합성된 단백질을 가공하고 운반한다.

③ 매끈면 소포체 : 표면에 리보솜이 붙어 있지 않으며, 지질을 합성하고 독성 물질을 제거하며, Ca^{2+}을 저장한다.

④ 골지체 : 소포체에서 이동해 온 물질을 변형하고 포장하여 세포 밖으로 분비하거나 세포의 다른 부위로 이동시킨다.

(4) 물질의 분해와 저장 – 리소좀, 중심 액포

① 리소좀 : 골지체 막의 일부가 떨어져 만들어진 작은 주머니로, 가수 분해 효소가 있어 세포 내 소화를 담당한다.

② 중심 액포 : 식물 세포에 주로 존재하며, 물질의 저장 및 세포의 삼투압 조절에 관여한다.

(5) 세포 지지 및 운동 – 세포벽, 세포 골격, 중심체, 섬모와 편모

① 세포벽 : 전투과성이며 식물 세포의 바깥쪽에 형성되어 세포를 보호하고 형태를 유지하는 기능을 한다.

② 세포 골격 : 미세 소관, 미세 섬유, 중간 섬유로 구성되며, 세포의 형태 유지, 세포 소기관의 위치 유지 및 이동에 관여한다.

③ 중심체 : 한 쌍의 중심립(9+0 구조)으로 구성되어 있고 세포 분열 시 방추사 형성에 관여한다.

④ 섬모와 편모 : 세포 표면에 돌출되어 있는 운동 기관이다.

※ 특징에 따른 세포 소기관의 분류

• 2중막 구조 : 핵, 미토콘드리아, 엽록체

• 단일막 구조 : 소포체, 골지체, 리소좀, 액포

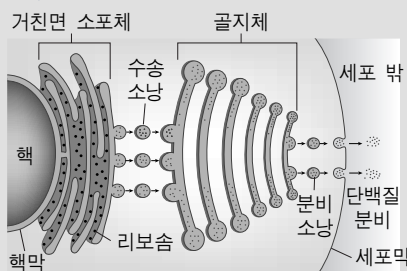
• 막 구조 없음 : 리보솜, 중심체, 세포 골격

• DNA, RNA 존재 : 핵, 미토콘드리아, 엽록체

2 원핵세포와 진핵세포의 비교

구분	원핵세포	진핵세포
핵막	없음	있음
유전 물질	원형의 DNA로 구성	선형의 DNA로 구성
리보솜	있음	있음
막으로 된 세포 소기관	없음	있음
세포벽 성분	펩티도글리칸(진정세균)	셀룰로스(식물), 키틴(균류)

▲ 원핵세포 ▲ 진핵세포(동물) ▲ 진핵세포(식물)

자료 분석 특강 | 단백질의 합성과 이동 경로

1. 거친면 소포체 막에 부착된 리보솜에서 단백질이 합성된다.
2. 거친면 소포체 막은 핵막과 연결되어 있으며, 소포체 내부도 서로 연결되어 있어서 합성된 단백질이 소포체를 통해 이동한다.
3. 단백질을 싸고 있는 수송 소낭이 소포체에서 떨어져 나와 골지체와 융합한다.
4. 골지체에서 분리된 분비 소낭을 통해 단백질이 세포막으로 이동한다.
5. 분비 소낭의 막과 세포막이 융합하고, 단백질이 세포 밖으로 분비된다.
6. 이와 같은 경로를 거치는 단백질에는 효소, 호르몬, 항체 등이 있다.

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

표는 세포 A~C의 특징을 나타낸 것이다. A~C는 각각 생쥐의 간세포, 시금치의 공변세포, 대장균 중 하나이다.

세포	핵막	세포벽
A	×	○
B	○	×
C	○	○

(○ : 있음, × : 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A에는 리보솜이 있다.
ㄴ. A와 B에는 모두 소포체가 있다.
ㄷ. C에는 펩티도글리칸 성분의 세포벽이 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
원핵생물은 리보솜을 제외한 핵막과 세포 소기관이 존재하지 않는다. 펩티도글리칸 성분의 세포벽은 세균역 진정세균계에 속한 세균에만 존재한다.

간략 풀이 |
ㄱ. A는 핵막이 없으므로 대장균이다. 대장균은 리보솜을 가지고 있다.
ㄴ. B는 간세포로 소포체를 가지고 있으나, A에는 없다.
ㄷ. C는 식물 세포로, 식물 세포의 세포벽 주성분은 셀룰로스이다.

정답 | ①

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 4쪽

▶ 6067-0014

표는 세포 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 토끼의 간세포, 상추의 엽육 세포, 대장균 중 하나이다.

세포	핵막	엽록체
(가)	○	○
(나)	×	㉠
(다)	○	×

(○ : 있음, × : 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 '○'이다.
ㄴ. (가)에는 미토콘드리아가 있다.
ㄷ. (나)와 (다)에는 모두 리보솜이 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

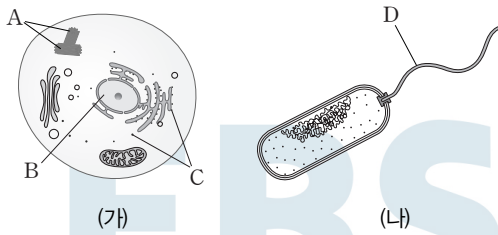
유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제와 같이 특징에 따라 식물 세포, 동물 세포, 세균을 구분하는 문제이며, 차이점은 대표 문제와 다른 특징을 제시하여 세포의 종류를 구분하게 하였다.

배경 지식 |
- 대장균은 원핵생물로 핵막과 엽록체가 없고, 리보솜은 있다.
- 엽육 세포는 식물의 잎에서 울타리 조직과 해면 조직을 구성하는 세포로 엽록체가 있어 광합성이 활발하게 일어난다.

01

▶ 6067-0015

그림 (가)와 (나)는 각각 원핵세포와 진핵세포 중 하나이다. A~D는 각각 리보솜, 중심체, 편모, 핵 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

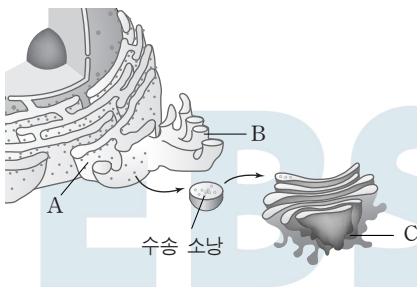
보기

ㄱ. A와 D는 모두 중간 섬유로 이루어져 있다.
ㄴ. B의 막 유무는 (가)와 (나)를 구분하는 기준이 된다.
ㄷ. C는 (나)에도 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0016

그림은 세포 소기관의 일부와 단백질 수송 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 골지체, 거친면 소포체, 매끈면 소포체 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

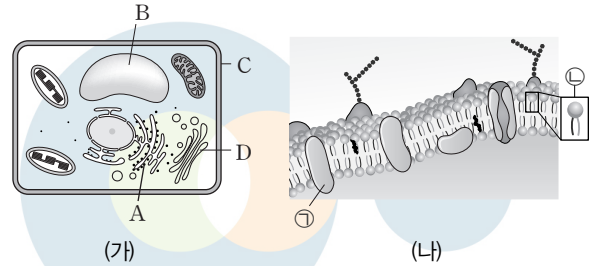
보기

ㄱ. A에서 합성된 단백질 중 일부는 B를 통해 분비될 수 있다.
ㄴ. B에서 합성된 단백질은 수송 소낭을 통해 C로 운반된다.
ㄷ. 수송 소낭과 C는 모두 인지질 2중층이 한 겹으로 싸고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0017

그림 (가)는 어떤 세포의 구조를, (나)는 이 세포의 세포막 구조를 나타낸 것이다. A~D는 각각 액포, 골지체, 리보솜, 세포벽 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

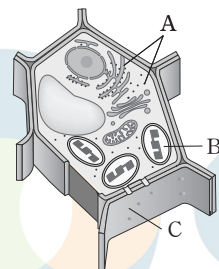
보기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 A에서 합성된다.
ㄴ. ㉡은 C를 구성하는 성분이다.
ㄷ. B와 D는 ㉡이 2중층으로 된 막으로 싸여 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 6067-0018

그림은 식물 세포의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 각각 엽록체, 리보솜, 세포벽 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A를 구성하는 rRNA는 인에서 합성된다.
ㄴ. B는 크리스타 구조를 갖는다.
ㄷ. C의 주성분은 단백질이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0019

표는 세포 A와 B를 구성하는 세포 소기관의 특징을 비교하여 나타낸 것이다. A와 B는 각각 동물 세포와 식물 세포 중 하나이다.

세포 소기관의 특징	A	B
빛에너지를 이용하여 무기물을 유기물로 합성한다.	○	×
유기물을 분해하여 에너지를 얻는다.	○	○
당분, 색소, 노폐물을 저장하며, 성숙한 세포일수록 발달한다.	㉠	×
㉡	○	×

(○ : 해당함, × : 해당하지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

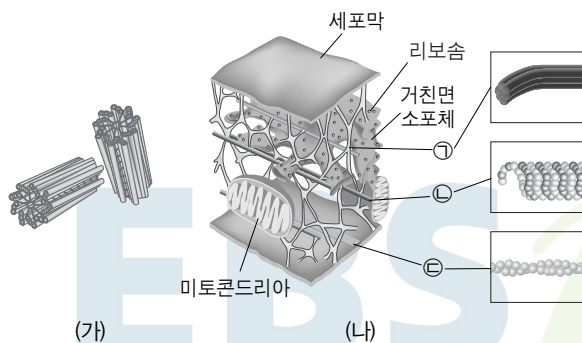
보기

ㄱ. ㉠은 '○'이다.
ㄴ. '셀룰로스가 주성분이며 세포의 형태를 유지한다.'는 ㉡에 해당한다.
ㄷ. A는 동물 세포, B는 식물 세포이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0020

그림 (가)는 중심체를, (나)는 세포 골격을 이루는 3종류의 구조물을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 미세 섬유, 중간 섬유, 미세 소관 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

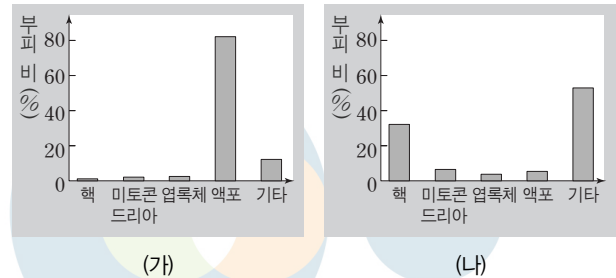
보기

ㄱ. (가)는 ㉠으로 이루어져 있다.
ㄴ. (가)는 세포 분열 시 방추사 형성에 관여한다.
ㄷ. ㉡과 ㉢은 모두 세포의 형태를 유지하는 기능이 있다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

6067-0021

그림 (가)와 (나)는 어떤 식물 세포가 성숙하기 전과 후의 핵과 여러 세포 소기관이 차지하는 부피 비를 순서 없이 나타낸 것이다. 세포가 성숙해도 핵의 부피 변화는 없다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 세포가 성숙하기 전이다.
ㄴ. 성숙하기 전 세포보다 성숙한 후의 세포에서 $\frac{\text{핵의 부피}}{\text{세포의 부피}}$는 증가한다.
ㄷ. 노폐물, 당분 등을 저장하는 세포 소기관은 성숙한 세포에서 발달한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6067-0022

표는 세포 A~C의 특징을 나타낸 것이다. A~C는 각각 식물의 엽육 세포, 동물의 간세포, 대장균 중 하나이다.

특징	A	B	C
(가)	○	○	×
엽록체가 있다.	×	○	×
골지체가 있다.	㉠	○	○

(○ : 해당함, × : 해당하지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

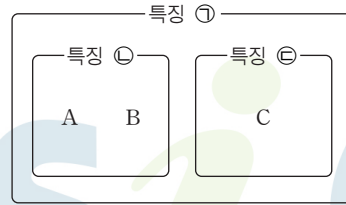
ㄱ. ㉠은 '○'이다.
ㄴ. '세포벽이 있다.'는 (가)에 해당한다.
ㄷ. C는 동물의 간세포이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09
미토콘드리아와 엽록체는 모두 자체 DNA와 RNA, (　　)을 가지고 있으며, 식물 세포의 세포벽 주성분은 (　　)이다.

09

6067-0023

그림 (가)는 세 종류의 세포 소기관 A~C를 특징에 따라 구분한 것이고, (나)는 특징 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 각각 세포벽, 엽록체, 미토콘드리아 중 하나이다.

(가)

- 자체 리보솜을 가지고 있다.
- 식물 세포에 존재한다.
- 셀룰로스로 되어 있다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

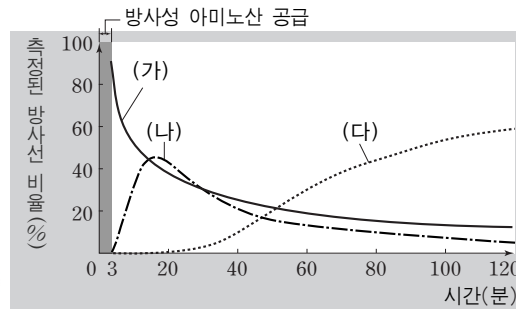
보기
ㄱ. A와 B는 모두 자체 DNA를 가지고 있다.
ㄴ. '자체 리보솜을 가지고 있다.'는 특징 ㉡이다.
ㄷ. C에서는 물질 출입을 조절할 수 있다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
(　　)에 부착되어 있는 리보솜에서 합성된 (　　) 중 일부는 골지체를 거쳐 (　　) 소낭을 통해 세포 밖으로 분비된다.

10

6067-0024

그림은 어떤 세포에 방사성 동위 원소로 표지된 아미노산을 투입한 후, 시간에 따라 세포 소기관에서 방사선 양을 측정하여 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 골지체, 거친면 소포체, 분비 소낭 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 분비 소낭으로 단백질이 합성된다.
ㄴ. (나)에는 리보솜이 부착되어 있다.
ㄷ. (다)는 인지질이 2중층으로 된 막으로 싸여 있다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
09 리보솜, 셀룰로스
10 거친면 소포체, 단백질, 분비

11

▶6067-0025

그림 (가)는 미토콘드리아의 구조를, (나)는 리보솜의 구조를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 내막으로 전자 전달계 효소가 존재한다.
ㄴ. ㉡은 미토콘드리아의 기질(바탕질)이다.
ㄷ. 미토콘드리아와 (나)는 모두 인지질과 단백질로 된 막으로 싸여 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

미토콘드리아는 외막과 내막의 ( )중막으로 되어 있고 내막은 주름진 형태의 ( ) 구조를 하고 있으며, ( )에 관여하는 효소와 전자 운반체 등의 단백질이 존재하여 ( ) 인산화 반응이 일어난다.

12

▶6067-0026

그림 (가)와 (나)는 각각 미토콘드리아와 엽록체의 구조를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠과 ㉢에 모두 리보솜이 존재한다.
ㄴ. ㉡은 크리스타 구조를 하고 있다.
ㄷ. ㉣에서 암반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

미토콘드리아의 기질(바탕질)에서는 ( ) 회로가 진행되고, 엽록체의 그라나에서는 ( )반응이, 스트로마에서는 ( )반응이 진행된다.

정답

11 2, 크리스타, 전자 전달, 산화적

12 TCA, 명, 암

THEME

03 세포막을 통한 물질의 이동

1 세포막의 특성

(1) 특징

① 주성분은 인지질과 단백질이다.

- 친수성인 인지질의 머리 부분이 바깥쪽으로 향하고 소수성인 인지질의 꼬리 부분이 안쪽에서 마주보고 있는 인지질 2중층 구조이다.
- 단백질은 인지질 2중층에 파묻혀 있거나 관통하거나 표면에 붙어 있다.

② 세포의 형태를 유지하고 세포 안팎으로의 물질 출입을 조절한다.

(2) **유동 모자이크 막** : 인지질은 유동적이며 막 단백질도 어느 정도 자유롭게 이동할 수 있는 유동성을 갖는다.

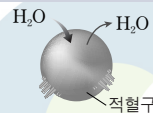
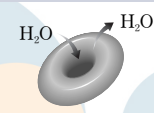
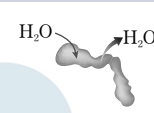
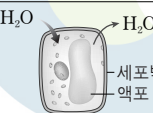
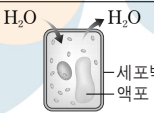
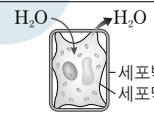
(3) **막 단백질의 기능** : 막을 통한 물질 이동에 관여(수송 단백질), 효소로 작용(효소 단백질), 세포 외부의 화학 물질을 인식하여 세포 내부로 신호 전달(수용체 단백질) 등의 기능을 한다.

2 확산

(1) **확산** : 양쪽의 농도가 같아질 때까지 고농도 쪽에서 저농도 쪽으로 물질이 이동하는 현상으로, 에너지를 사용하지 않는다.

(2) **확산 속도** : 분자의 크기가 작고 온도가 높을수록, 농도의 차이가 클수록 확산 속도는 빨라진다.

(3) 확산의 종류

① 단순 확산 : 물질이 인지질 2중층을 직접 통과하여 이동하는 방식이다. 예 O_2와 CO_2의 기체 교환, 지용성 물질의 이동

② 촉진 확산 : 물질이 세포막에 있는 수송 단백질을 통해 이동하는 방식이다.
예 포도당, 아미노산, 무기 이온의 이동

3 삼투

(1) **특징** : 용질이 통과하지 못하는 반투과성 막을 경계로 저장액에서 고장액 쪽으로 용매인 물이 이동하는 현상이다.

(2) 동물 세포(적혈구)와 식물 세포에서의 삼투 현상

구분	저장액	등장액	고장액
동물 세포	H_2O, H_2O, 적혈구	H_2O, H_2O	H_2O, H_2O
	팽창 또는 용혈 현상	부피 변화 없음	쭈그러듦
식물 세포	H_2O, H_2O, 세포벽, 액포	H_2O, H_2O, 세포벽, 액포	H_2O, H_2O, 세포벽, 세포막
	팽윤 상태	부피 변화 없음	원형질 분리

4 능동 수송

(1) 특징

① 인지질 2중층에 있는 운반체 단백질을 이용하여 에너지(ATP)를 소비하면서 농도 기울기를 거슬러 저농도 쪽의 물질을 고농도 쪽으로 이동시키는 현상이다.

예 Na^+-K^+ 펌프, 소장 융털에서의 양분 흡수, 콩팥 세뇨관에서의 포도당 재흡수, 식물 뿌리털에서의 무기 염류 흡수

② 세포 호흡 저해제를 처리하여 에너지 공급을 차단하면 능동 수송은 일어나지 않는다.

(2) **Na^+-K^+ 펌프** : ATP를 소모하여 Na^+은 세포 밖으로, K^+은 세포 안으로 이동시킨다.

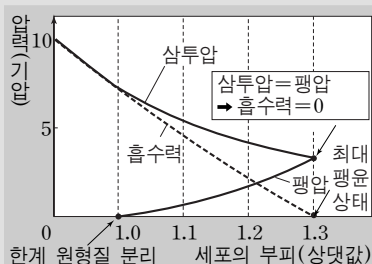
5 세포 내 섭취와 세포 외 배출

(1) 세포 내 섭취와 세포 외 배출은 모두 ATP를 소모하여 막의 형태를 변화시키면서 큰 분자나 고형물 등을 세포 안팎으로 이동시키는 현상이다.

(2) **세포 내 섭취** : 세포 밖의 물질을 세포막으로 감싸서 세포 안으로 이동시키는 작용으로 식세포 작용과 음세포 작용이 있다. 예 백혈구의 식균 작용, 모세 혈관 구성 세포에서 혈액 성분 흡수

(3) **세포 외 배출** : 세포 내의 소낭이 세포막과 융합하면서 소낭 속의 물질을 세포 밖으로 내보내는 작용이다. 예 호르몬과 효소의 분비

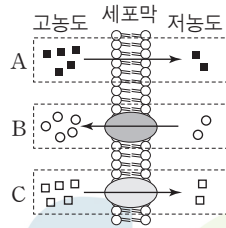
자료 분석 특강 | 식물 세포의 수분 흡수력

그림은 고장액에 있던 식물 세포를 저장액에 넣었을 때 식물 세포의 부피 변화에 따른 삼투압, 팽압, 흡수력을 나타낸 것이다.

- 흡수력=삼투압−팽압
- 식물 세포의 흡수력은 삼투압이 클수록, 팽압이 작을수록 커진다.

세포의 부피(상댓값)	0.9	1.0	1.3
세포의 상태	원형질 분리	한계 원형질 분리	최대 팽윤 상태
압력 비교	삼투압=흡수력	팽압=0	흡수력=0

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

그림은 세포막을 통한 물질 이동 방식 A~C를 나타낸 것이다. A~C는 각각 능동 수송, 촉진 확산, 단순 확산 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 단순 확산이다.
ㄴ. B에서 에너지가 사용된다.
ㄷ. 호르몬의 한 종류인 인슐린은 C 방식으로 분비된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
물질의 농도 차이에 따른 이동 방향을 통해 확산과 능동 수송을 구분해야 한다. 고농도에서 저농도로 물질이 이동하면 확산이고, 저농도에서 고농도로 이동하면 능동 수송이다. 확산 중에서 막 단백질이 사용되면 촉진 확산이고, 사용되지 않으면 단순 확산이다.

간략 풀이 |
ㄱ. A는 고농도에서 저농도로 물질이 이동하고 막 단백질을 사용하지 않으므로 단순 확산이다.
ㄴ. B는 저농도에서 고농도로 물질이 운반되는 능동 수송이다.
ㄷ. C는 고농도에서 저농도로 이동하고 막 단백질을 사용하므로 촉진 확산이다. 호르몬은 세포 외 배출을 통해 분비된다.

정답 | ③

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

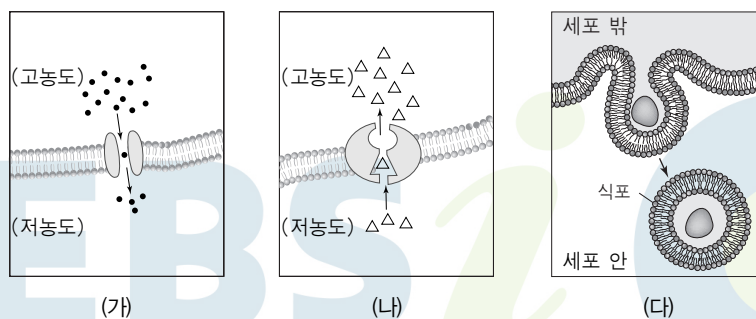
정답과 해설 6쪽

6067-0027

그림은 세포막을 통한 물질 이동 방식 (가)~(다)를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 능동 수송, 촉진 확산, 세포 내 섭취 중 하나이다.

(가)

(나)

(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 촉진 확산이다.
ㄴ. (나)와 (다)에서 모두 에너지가 사용된다.
ㄷ. (다)의 방법으로 단백질이 세포 밖으로 분비된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

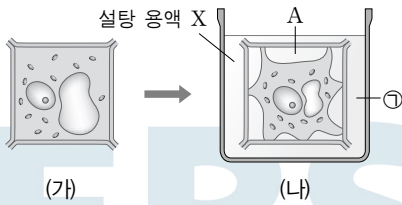
유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제와 같이 물질의 농도 차이에 따른 물질 이동을 묻고 있고, 차이점은 물질을 세포막으로 감싸서 물질을 이동시키는 방법에 대한 질문이다.

배경 지식 |
- 막 단백질을 사용하여 고농도에서 저농도로 물질이 이동하는 방법은 촉진 확산이다.
- 물질을 세포막으로 감싸서 이동시키는 세포 내 섭취는 에너지가 필요하다. 예로 백혈구의 식균 작용이 있다.

01

6067-0028

그림 (가)는 어떤 식물 세포 P를, (나)는 P를 충분한 시간 동안 설탕 용액 X에 담가두었을 때의 변화를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

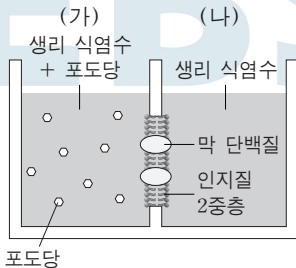
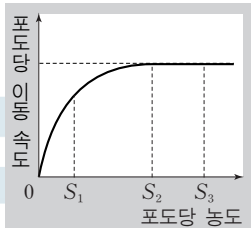
ㄱ. 설탕 용액 X는 저장액이다.
ㄴ. (나)에서 P는 팽윤 상태이다.
ㄷ. A와 ㉠의 설탕 용액의 농도는 서로 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0029

다음은 막을 통한 포도당의 이동 방식을 알아보는 과정이다.

- 인지질 2중층과 포도당 이동에 관여하는 막 단백질로 구성된 인공 막을 장치하고, 그림과 같이 (가)와 (나)에 동일 부피의 용액을 넣는다.

- (가)의 포도당 농도를 증가시키면서 (가)에서 (나)로 포도당이 이동하는 속도를 측정한 결과는 다음과 같았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

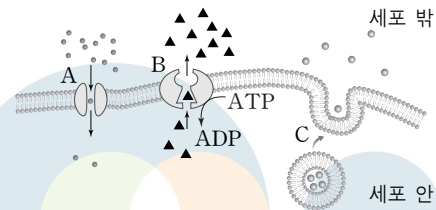
보기

ㄱ. 포도당은 (가)에서 (나)로 촉진 확산에 의해 이동한다.
ㄴ. 막을 통한 포도당의 이동 속도는 S_1일 때가 S_2일 때보다 빠르다.
ㄷ. S_3일 때 (가)에 ATP를 첨가하면 포도당의 이동 속도는 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0030

그림의 A~C는 세포막을 통해 물질이 이동하는 3가지 방식을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

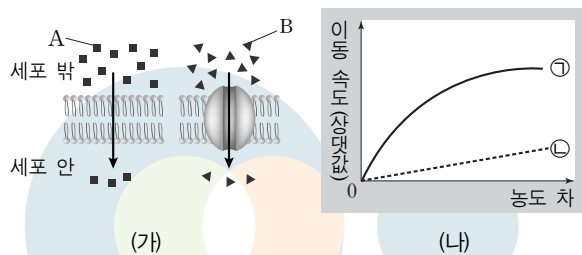
보기

ㄱ. A는 촉진 확산이다.
ㄴ. B를 통해 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 물질을 이동시킬 수 없다.
ㄷ. C에 의한 물질 이동에는 ATP가 사용되지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0031

그림 (가)는 물질 A와 B가 세포막을 통해 각각 이동하는 방식을, (나)는 세포 안과 밖의 농도 차에 따른 A와 B의 이동 속도를 각각 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 A와 B의 이동 속도 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

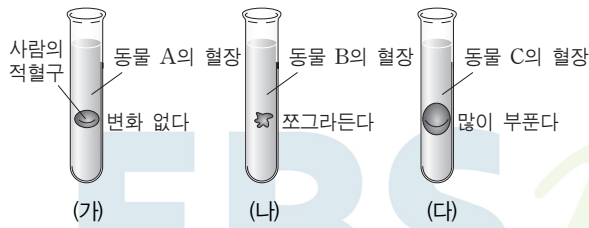
보기

ㄱ. ㉠은 A의 이동 속도이다.
ㄴ. A와 B의 이동에는 모두 ATP가 사용되지 않는다.
ㄷ. (가)에서의 B와 Na^+-K^+ 펌프에서의 Na^+의 이동은 모두 능동 수송에 의한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

6067-0032

그림 (가)~(다)는 사람의 적혈구를 동물 A~C의 혈장에 넣고, 충분한 시간이 지난 후의 결과이다. A~C의 혈장에 넣기 전 적혈구의 부피는 모두 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A~C 중 A의 혈장 삼투압이 가장 높다.
ㄴ. 적혈구의 삼투압은 (가)에서보다 (나)에서 높다.
ㄷ. 동물 C의 혈장은 사람의 혈장보다 저장액이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

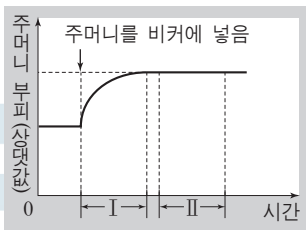
06

6067-0033

다음은 막을 통한 물질의 이동에 대해 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]
(가) 반투과성 막으로 된 주머니에 ㉠ 설탕 용액을 넣고 밀봉한다.
(나) 밀봉 주머니를 ㉡ 설탕 용액이 들어 있는 비커에 넣는다.
(다) 주머니의 부피를 시간에 따라 측정한다.
[실험 결과]

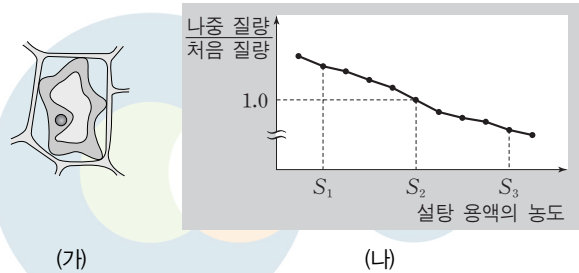
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 ㉡보다 삼투압이 높다.
ㄴ. Ⅰ에서 삼투에 의해 설탕 분자가 이동한다.
ㄷ. Ⅱ에서 반투과성 막을 통한 물의 이동은 일어나지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6067-0034

그림 (가)는 식물 세포 X의 세포막과 세포벽이 분리되었을 때의 상태를, (나)는 원형질 분리가 일어나기 직전 상태인 같은 크기의 X를 농도가 다른 설탕 용액에 넣고, 더 이상 부피 변화가 없을 때 처음과 나중의 질량 변화 비를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

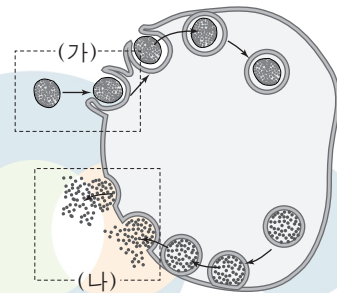
보기

ㄱ. (가)는 S_1일 때에 관찰할 수 있다.
ㄴ. 액포의 부피는 S_2일 때가 S_3일 때보다 크다.
ㄷ. 농도가 S_2인 용액은 설탕 용액에 넣기 전 X와 등장액이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

6067-0035

그림은 세포막에서의 물질 이동 방식을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)가 일어날 때 ATP를 사용한다.
ㄴ. 액체 상태 물질은 (가)와 같은 방식으로 이동할 수 없다.
ㄷ. 백혈구에서 식포가 형성될 때 (나)가 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

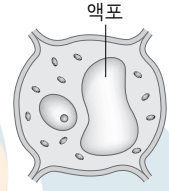
식물 세포를 (　　)에 넣으면 유출되는 물의 양보다 유입되는 물의 양이 더 많아 세포의 부피는 (　　)지고 삼투압은 (　　)하고, 팽압은 (　　)한다.

09

6067-0036

표는 식물 세포 (가)를 어떤 용액에 넣은 후 시간이 지남에 따라 시점 A~C에서 세포의 압력 P와 Q를 측정한 결과를, 그림은 시점 A~C 중 한 시점에서 관찰된 (가)를 나타낸 것이고, 이때 흡수력은 0이다. C는 (가)의 부피가 최대로 되어 더 이상 변화가 없을 때의 시점이고, P와 Q는 각각 삼투압과 팽압 중 하나이다.

구분	A	B	C
P	7	4	㉠
Q	0	3	㉡

(단위 : 기압)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠보다 ㉡이 크다.
ㄴ. 그림은 A에서 관찰된 상태이다.
ㄷ. B일 때 (가)의 흡수력은 1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

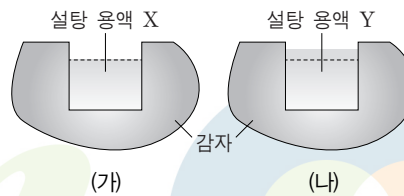
10

식물 세포를 저장액에 넣으면, 세포막을 통해 유출되는 물의 양보다 유입되는 양이 (　　)고, 고장액에 넣으면 유입되는 물의 양보다 유출되는 물의 양이 (　　)다.

10

6067-0037

다음은 감자를 이용한 실험이다.

- 감자를 반으로 자른 후, 각각 같은 크기의 홈을 파고 (가)에는 설탕 용액 X를, (나)에는 설탕 용액 Y를 같은 높이로 넣는다.
- 충분한 시간이 지난 후 용액의 높이를 관찰하였더니 (가)에서는 처음 용액의 높이와 같고, (나)에서는 처음보다 높아졌다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실험 전 (가)와 (나)의 홈 주변 감자 세포 평균 팽압은 4기압으로 같다.)

보기

ㄱ. 실험 전 설탕 용액의 농도는 X가 Y보다 높다.
ㄴ. $\frac{\text{실험 후 설탕 용액의 농도}}{\text{실험 전 설탕 용액의 농도}}$는 (가)보다 (나)가 크다.
ㄷ. 실험 후 설탕 용액 주변 감자 세포의 평균 팽압은 (나)보다 (가)가 높다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

09 저장액, 커, 감소, 증가
10 많, 많

11

6067-0038

그림은 공변세포의 상대적 부피에 따른 삼투압과 흡수력의 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 삼투압과 흡수력 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 흡수력이다.
ㄴ. V_1일 때 세포막이 세포벽에 가하는 압력은 최대이다.
ㄷ. $\frac{\text{팽압}}{\text{삼투압}}$은 V_2일 때보다 V_3일 때 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

식물 세포의 부피가 증가할수록 삼투압과 흡수력은 (　　)하고, 부피가 최대가 되었을 때 흡수력은 (　　)이고 팽압과 삼투압은 (　　).

12

6067-0039

그림 (가)는 세포막을 통한 물질의 이동 방식을, (나)는 배양 중인 어떤 동물 세포 배양액에 물질 A와 B를 첨가하고 일정한 시간이 경과한 후 호흡 저해제를 처리하였을 때 세포 안과 밖의 A와 B의 농도 변화를 각각 나타낸 것이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 A는 세포 밖에서 안으로 확산된다.
ㄴ. A와 B의 이동에는 모두 ATP가 필요하다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서 B는 (가)의 방식으로 이동한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

농도 기울기를 거슬러 농도가 (　　) 쪽에서 (　　) 쪽으로 에너지를 사용하여 물질이 이동하는 방식을 (　　)이라 한다. 살아 있는 세포에 호흡 저해제를 처리하면 능동 수송이 (　　) 된다.

정답

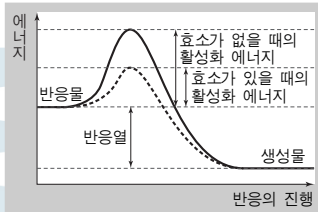
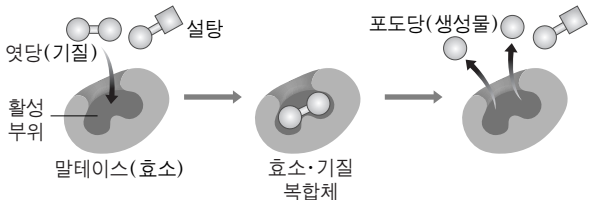
11 감소, 0, 같다
12 낮은, 높은, 능동 수송, 억제(저해)

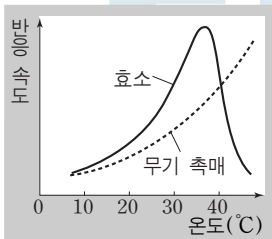
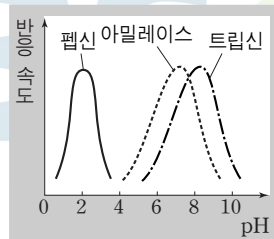
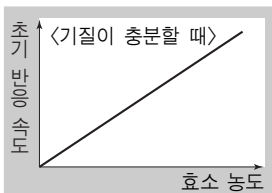
04 효소

1 효소의 기능과 특성

(1) 효소의 기능

① 생체 촉매로써 자신은 변하지 않고 화학 반응의 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 하는 작용을 한다.

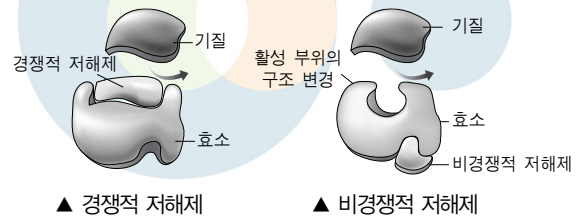
② 활성화 에너지만 감소시키며 반응열에는 영향을 주지 않는다.

(2) 효소의 특성 : 한 가지 효소는 특정 기질에만 작용하는 기질 특이성이 있다.

2 효소의 작용에 영향을 미치는 요인

(1) 온도

(2) pH

(3) 효소의 농도

(4) 기질의 농도

(5) 저해제 : 효소와 결합하여 효소에 의한 반응을 저해하는 물질

① 경쟁적 저해제 : 기질과 구조가 유사하여 기질과 경쟁적으로 효소의 활성 부위에 결합함으로써 반응을 저해한다.

② 비경쟁적 저해제 : 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 효소의 활성 부위 구조를 변화시킴으로써 효소의 활성 부위에 기질이 결합하지 못하게 한다.

▲ 경쟁적 저해제 ▲ 비경쟁적 저해제

3 효소의 구성과 종류

(1) 효소의 구성

① 효소는 전체가 단백질로만 이루어진 것과 주성분인 단백질에 보조 인자가 필요한 것이 있다.

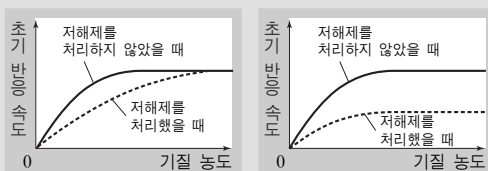
② 주효소 : 효소의 단백질 부분으로, pH와 온도에 민감하다.

③ 보조 인자 : 효소의 비단백질 부분으로, 열에 강하며 주효소에 결합하여 완전한 효소 활성이 나타나게 한다.

> 전효소 = 주효소 + 보조 인자(조효소 또는 금속 이온)

(2) 효소의 종류

종류	기능
산화 환원 효소	기질의 산화 환원 반응 촉매
가수 분해 효소	물을 첨가하여 기질을 분해하는 반응 촉매
전이 효소	기질의 작용기를 다른 기질로 옮기는 반응 촉매
연결 효소	2개의 기질을 서로 연결시키는 반응 촉매
이성질화 효소	기질의 원자 배열을 바꾸어 이성질체로 전환시키는 반응 촉매
제거 부가 효소	어떤 작용기를 기질에서 제거하거나 기질에 첨가하는 반응 촉매

자료 분석 특강 | 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제의 효과

▲ 경쟁적 저해제 처리 ▲ 비경쟁적 저해제 처리

1. 경쟁적 저해제 : 저해제가 효소의 활성 부위에 결합하면 기질이 결합하지 못하므로 반응이 저해되어 일정 기질 농도 범위에서 초기 반응 속도가 감소하지만, 기질의 농도가 증가하면 저해제의 효과는 줄어든다. 따라서 기질의 농도를 충분히 높이면 저해제가 없을 때의 최대 초기 반응 속도에 도달할 수 있다.
2. 비경쟁적 저해제 : 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하며, 저해제가 효소에 결합하면 효소의 활성 부위 구조가 변하므로 반응이 저해되어 초기 반응 속도가 감소한다. 이 경우 기질의 농도가 증가해도 비경쟁적 저해제의 효과는 줄어들지 않는다.

테마 대표 문제

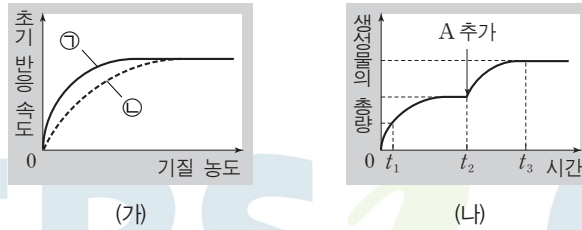
2016학년도 대수능

그림 (가)는 효소 X에 의한 반응에서 경쟁적 저해제가 있을 때와 없을 때 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이고, (나)는 효소 X에 의한 반응에서 생성물의 총량을 시간에 따라 나타낸 것이다. t_2 시점에서 물질 A를 추가하였으며, A는 효소 X와 기질 중 하나이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 ㉡은 경쟁적 저해제가 있을 때의 초기 반응 속도이다.
ㄴ. (나)에서 A는 효소 X이다.
ㄷ. (나)에서 효소-기질 복합체의 양은 t_1에서보다 t_3에서가 많다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
경쟁적 저해제가 있으면 효소의 초기 반응 속도가 최대에 이르는 기질 농도는 저해제가 없을 때보다 높다. 그리고 효소 반응 시 효소는 소모되지 않고 기질만 생성물로 바뀌므로 효소는 계속해서 재사용이 가능하다.

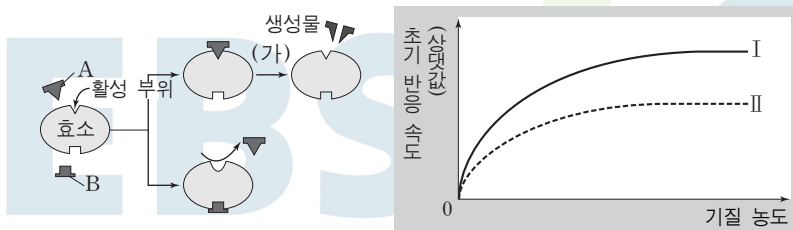
간략 풀이 |
ㄱ. (가)에서 ㉠에 비해 ㉡에서 초기 반응 속도가 최대에 이르는 기질 농도가 더 높았다. 따라서 ㉡이 경쟁적 저해제가 있는 경우이다.
ㄴ. (나)에서 t_2 시점에는 생성물의 총량이 더 이상 증가하지 않고 있는 것으로 보아 모든 기질이 생성물로 바뀌었다. 따라서 t_2 시점에 효소를 더 첨가해도 생성물은 더 이상 형성되지 않을 것이다. 반면에 효소 반응에서 효소는 소모되지 않으므로 기질을 첨가하면 생성물이 추가로 생성된다.
ㄷ. (나)에서 t_1에서는 반응이 진행되고 있으므로 이 시점에는 효소-기질 복합체가 존재하며, t_3에서는 반응이 모두 끝났으므로 더 이상 효소-기질 복합체가 존재하지 않는다.

정답 | ①

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 9쪽

6067-0040

그림은 어떤 효소와 물질 A, B가 관여하는 반응을, 그래프는 이 효소 반응에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. Ⅰ과 Ⅱ는 B가 있을 때와 없을 때를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 (가) 반응의 활성화 에너지를 증가시킨다.
ㄴ. B는 경쟁적 저해제로 작용한다.
ㄷ. B가 있을 때 초기 반응 속도는 Ⅱ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

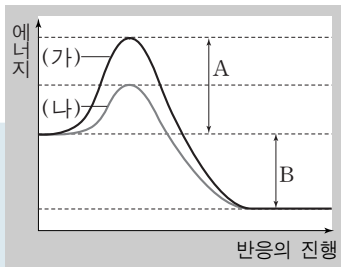
유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제에서는 경쟁적 저해제가 있을 때 기질 농도에 따른 반응 속도 그래프를 제시한 반면, 닮은 꼴 문제에서는 비경쟁적 저해제가 있을 때의 기질 농도에 따른 반응 속도 그래프를 제시하였다.

배경 지식 |
- 비경쟁적 저해제는 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 효소 활성 부위의 입체 구조를 변화시킴으로써 기질이 효소에 결합하지 못하게 한다.
- 비경쟁적 저해제가 작용할 경우 저해제가 없을 때보다 초기 반응 속도의 최댓값이 감소한다.

01

▶ 6067-0041

그림 (가)와 (나)는 각각 어떤 화학 반응에서 효소가 있을 때와 없을 때의 에너지 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

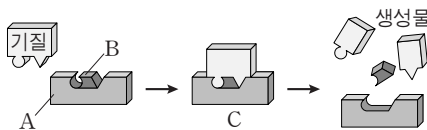
보기

ㄱ. (가)와 (나)는 모두 에너지를 방출하는 반응이다.
ㄴ. (가) 반응의 활성화 에너지는 A+B이다.
ㄷ. 효소의 유무에 관계없이 B는 변하지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0042

그림은 어떤 효소의 작용 과정을, 표는 물질 A와 B에 대한 열처리 조건(Ⅰ~Ⅳ)을 달리하여 반응시켰을 때 생성물의 생성 여부를 나타낸 것이다. A~C는 각각 조효소, 주효소, 효소-기질 복합체 중 하나이다.

조건	물질 A	물질 B	생성물
Ⅰ	열처리함	열처리함	생성 안 됨
Ⅱ	열처리함	열처리 안 함	생성 안 됨
Ⅲ	열처리 안 함	열처리함	생성됨
Ⅳ	열처리 안 함	열처리 안 함	생성됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

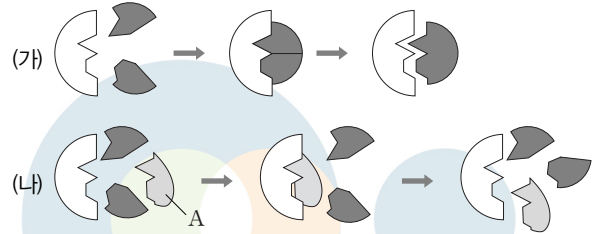
보기

ㄱ. A는 주효소이다.
ㄴ. B의 주성분은 단백질이다.
ㄷ. B는 C의 형성을 억제한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0043

그림 (가)는 어떤 효소의 작용을, (나)는 이 효소의 작용이 물질 A에 의해 저해되는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

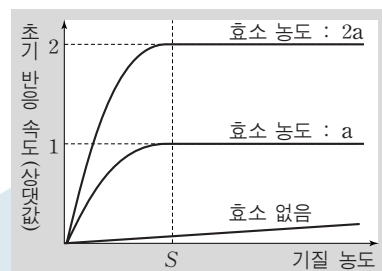
보기

ㄱ. A는 기질과 경쟁적으로 효소에 결합한다.
ㄴ. A는 (가) 반응의 활성화 에너지를 증가시킨다.
ㄷ. A의 저해 효과는 기질의 농도가 높을 때보다 낮을 때 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶ 6067-0044

그림은 효소가 없을 때와 효소의 농도가 각각 a와 2a일 때 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 기질 농도와 효소 농도 이외의 조건은 동일하게 유지한다.)

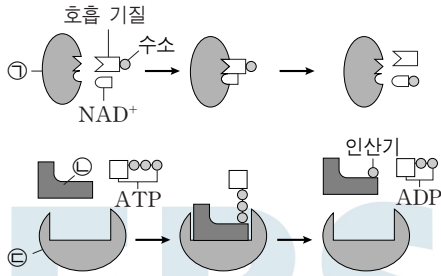
보기

ㄱ. 효소가 없을 때 초기 반응 속도는 기질 농도에 비례한다.
ㄴ. 활성화 에너지는 효소 농도가 a일 때가 2a일 때보다 크다.
ㄷ. 기질 농도가 S일 때 기질과 결합하지 않은 효소의 수는 효소 농도가 2a일 때가 a일 때보다 많다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

6067-0045

그림은 효소 ㉠과 ㉢의 작용을 각각 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

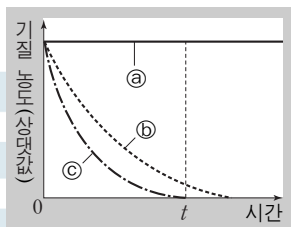
ㄱ. NAD^+는 ㉠의 조효소이다.
ㄴ. ㉠은 산화 환원 효소이다.
ㄷ. ㉢은 ATP의 인산기를 ㉡으로 옮겨주는 효소이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0046

표는 반응 Ⅰ~Ⅳ에서 온도 조건을 달리했을 때 효소 ㉠의 활성도를, 그림의 ⓐ~ⓒ는 반응 Ⅰ~Ⅲ에서 시간에 따른 기질 농도를 순서 없이 나타낸 것이다.

반응	온도 조건	활성도(상댓값)
Ⅰ	20 ℃	0.6
Ⅱ	40 ℃	1.0
Ⅲ	100 ℃ → 40 ℃로 변화	0.0
Ⅳ	0 ℃ → 40 ℃로 변화	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 반응 Ⅱ의 기질 농도 변화는 ⓑ이다.
ㄴ. 반응 Ⅳ의 기질 농도 변화는 ⓐ와 같이 나타날 것이다.
ㄷ. t 시점에서 반응 속도는 반응 Ⅰ이 반응 Ⅱ보다 빠르다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

07

6067-0047

표는 기질이 들어 있는 시험관 Ⅰ~Ⅴ에 서로 다른 첨가물을 각각 넣고 30 ℃로 유지하였을 때의 효소 반응 여부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 주효소와 조효소 중 하나이다.

시험관	첨가물	효소 반응 여부
Ⅰ	A	−
Ⅱ	B	−
Ⅲ	A, B	+
Ⅳ	끓인 A, B	+
Ⅴ	A, 끓인 B	−

(+ : 반응함, − : 반응 안 함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

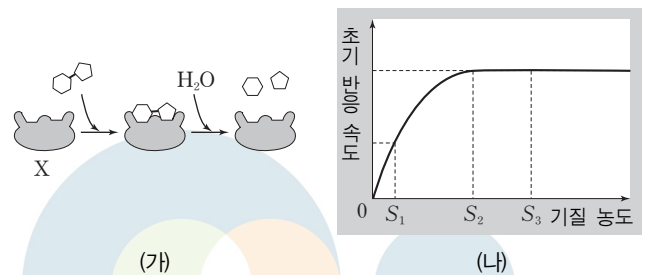
ㄱ. A의 주성분은 단백질이다.
ㄴ. B는 효소 반응 과정에서 소모된다.
ㄷ. Ⅱ와 Ⅴ의 용액을 섞으면 효소 반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

6067-0048

그림 (가)는 효소 X가 관여하는 반응을, (나)는 X의 농도가 일정할 때 기질의 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. X는 가수 분해 효소이다.
ㄴ. 효소-기질 복합체의 농도는 기질 농도가 S_1일 때보다 S_2일 때가 높다.
ㄷ. S_3일 때 X를 추가로 넣어주면 초기 반응 속도가 넣어주기 전보다 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

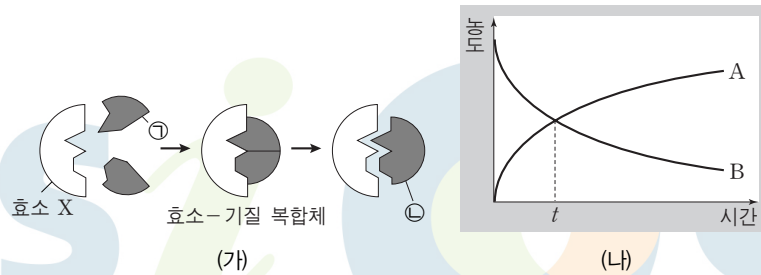
09

효소의 작용에 의한 반응이 진행되면 반응물의 양은 점점 (   )하고 생성물의 양은 점점 (   )한다.

09

6067-0049

그림 (가)는 효소 X의 반응을, (나)는 효소 X가 작용하는 반응에서 시간에 따른 물질의 농도 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 효소와 기질의 초기 농도는 일정하다.)

보기

ㄱ. ㉠은 B이다.
ㄴ. (가)에서 효소 X는 가수 분해 반응을 촉매한다.
ㄷ. t 시점에서 반응 속도가 최대가 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

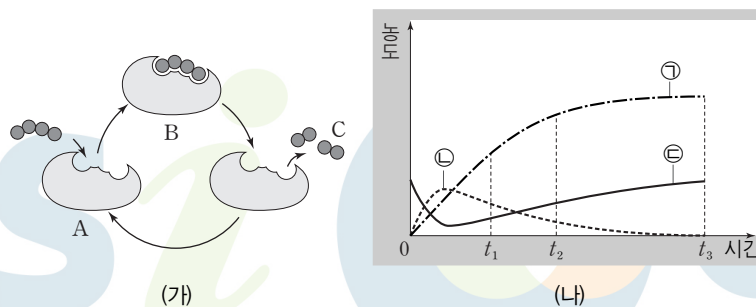
(나)의 ㉠~㉢은 각각 (가)의 A~C 중 무엇에 해당하는지 쓰시오.

㉠ – (   )
㉡ – (   )
㉢ – (   )

10

6067-0050

그림 (가)는 효소 반응을, (나)는 이 반응이 일어나는 용액에서 물질 ㉠~㉢의 농도를 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠~㉢, A~C는 각각 기질과 결합하지 않은 효소, 생성물, 효소-기질 복합체 중 하나이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. C는 ㉠이다.
ㄴ. $\frac{\text{A의 농도}}{\text{B의 농도}}$는 t_2일 때가 t_1일 때보다 크다.
ㄷ. t_3일 때 용액에 효소를 추가로 넣어주면 용액에서 ㉠의 농도는 효소를 넣기 전에 비해 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

정답

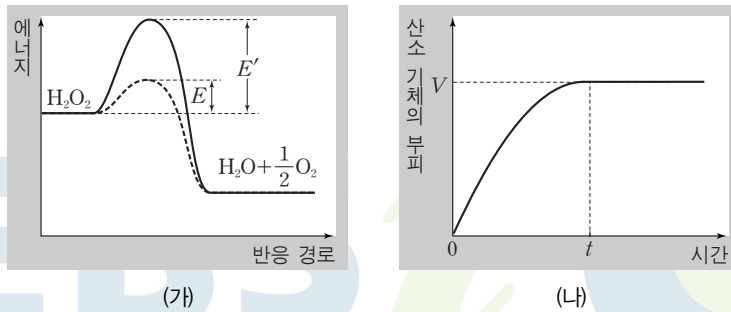
09 감소, 증가
10 C, B, A

11

6067-0051

그림 (가)는 H_2O_2 분해 반응에서 효소가 작용할 때와 작용하지 않을 때의 에너지 변화를, (나)는 일정량의 H_2O_2를 분해하는 반응에서 효소가 작용했을 때 발생한 산소 기체의 부피 변화를 시간에 따라 나타낸 것이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. E는 효소가 작용했을 때의 활성화 에너지이다.
ㄴ. (나)의 t에서 모든 효소는 기질과 결합하고 있다.
ㄷ. 효소가 작용하지 않은 경우 (나)의 반응에서와 동일한 양의 H_2O_2가 분해되었을 때 발생하는 산소 기체의 부피는 V보다 작다.

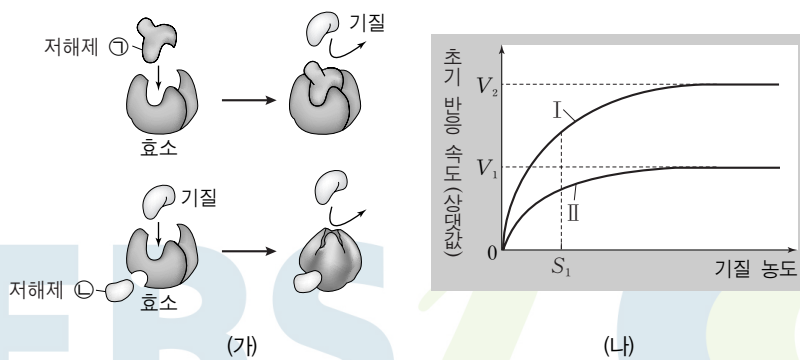
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

6067-0052

그림 (가)는 2종류의 저해제 ㉠과 ㉡의 작용 원리를, (나)는 효소의 농도가 일정할 때 저해제 X가 없는 경우(Ⅰ)와 저해제 X가 있는 경우(Ⅱ)의 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 저해제 X는 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나)의 Ⅰ과 Ⅱ에서 X 이외의 반응 조건은 동일하다.)

보기

ㄱ. X는 ㉠이다.
ㄴ. Ⅱ에서 기질 농도가 충분히 증가하면 초기 반응 속도는 V_2가 된다.
ㄷ. Ⅱ에서는 기질 농도가 S_1일 때 기질과 X 어느 것과도 결합하지 않은 효소가 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11
효소와 기질이 결합하여 (　　)가 형성되면 활성화 에너지는 (　　)하므로 반응 속도가 빨라진다.

12
저해제에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.
(1) 비경쟁적 저해제는 효소의 활성 부위에 결합한다. (　　)
(2) 경쟁적 저해제는 기질의 농도가 증가하면 저해 효과가 증가한다. (　　)

정답
11 효소-기질 복합체, 감소
12 (1) × (2) ×

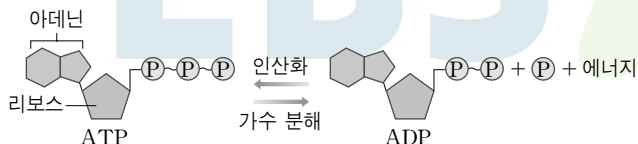
THEME

05 세포 호흡

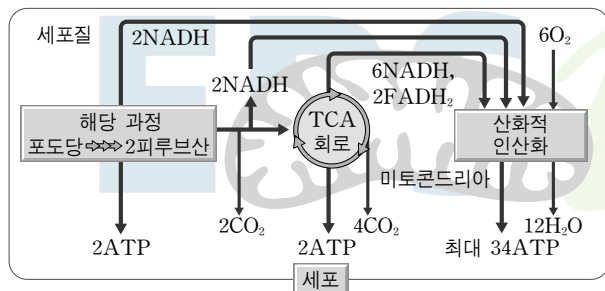
1 ATP

(1) ATP 합성과 분해

① 합성 : ADP(아데노신 2인산)에 무기 인산(P_i)이 결합하는 인산화 반응을 통해 합성되며, 이때 에너지가 흡수된다.

② 분해 : ATP가 ADP와 무기 인산으로 가수 분해될 때 에너지(약 7.3 kcal/몰)가 방출된다.

(2) ATP의 이용 : ATP는 물질 합성, 물질 수송, 근육 수축 등과 같은 생명 활동에서 에너지원으로 이용된다.

2 산소 호흡

(1) 산소 호흡의 전체 과정 : 해당 과정, TCA 회로, 산화적 인산화의 세 단계를 거쳐 이루어진다.

(2) 해당 과정

① 세포질에서 일어나며, O_2가 사용되지 않는다.

② 포도당 1분자가 2분자의 피루브산이 되면서 2NADH와 2ATP가 생성된다.

(3) 피루브산 산화와 TCA 회로

① 미토콘드리아 기질에서 일어나며 O_2가 있어야 진행된다.

② 피루브산으로부터 아세틸 CoA로의 전환 : 해당 과정 결과 생성된 피루브산이 여러 가지 효소들에 의해 일련의 화학 반응을 거쳐 CO_2를 방출하고 조효소 A(CoA)와 결합하며, NAD^+를 NADH로 환원시킨다.

③ TCA 회로 : 1분자의 아세틸 CoA로부터 기질 수준 인산화를 통해 1ATP, 탈수소 반응을 통해 3NADH와 $1FADH_2$, 탈탄산 반응을 통해 $2CO_2$가 생성된다.

(4) 산화적 인산화

① 미토콘드리아 내막에서 일어나며 O_2가 필요한 과정이다.

② 해당 과정과 TCA 회로에서 생성된 NADH와 $FADH_2$가 지니고 있던 전자는 전자 전달 효소들의 산화 환원 반응에 의해 이동되며, 이때 H^+이 능동 수송된다.

③ 미토콘드리아 내막을 사이에 두고 형성된 H^+의 농도 기울기에 의한 화학 삼투 현상으로 ATP가 합성된다.

④ 1NADH에서 약 3ATP, $1FADH_2$에서 약 2ATP가 생성된다. 즉, 포도당 1분자로부터 10NADH, $2FADH_2$가 생성되므로 산화적 인산화를 통해 최대 총 34ATP가 생성된다.

⑤ 전자 전달계에서 전자의 공급원은 NADH와 $FADH_2$이고, 전자의 최종 수용체는 O_2이다.

자료 분석 특강 | 산화적 인산화

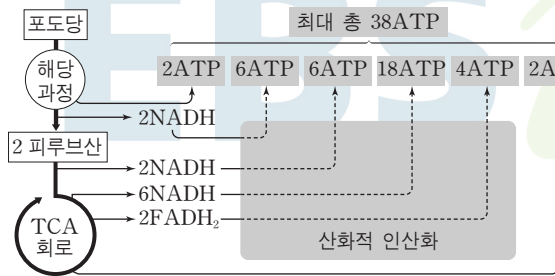
1. 포도당이 해당 과정과 TCA 회로를 거치면서 생성된 NADH와 $FADH_2$가 전자 전달계에 고에너지 전자를 공급한다.
2. 고에너지 전자가 전자 전달계를 거치는 과정에서 에너지가 방출되며, 이 에너지를 이용하여 H^+은 미토콘드리아 기질(바탕질)에서 막 사이 공간으로 능동 수송된다.
3. 내막을 경계로 H^+의 농도 기울기(pH 기울기)가 형성되고 H^+이 ATP 합성 효소를 통해 막 사이 공간에서 미토콘드리아 기질(바탕질)로 확산될 때 ATP가 합성된다.

3 산소 호흡에서 ATP 생성과 에너지 효율

(1) 산소 호흡에서 ATP 생성 : 포도당 1분자가 산소 호흡을 통해 완전히 분해되면 최대 38ATP가 생성된다.

① 해당 과정에서 기질 수준 인산화로 2ATP가 순생산된다.

② TCA 회로에서 기질 수준 인산화로 2ATP가 생성된다.

③ 산화적 인산화에서 10NADH로부터 최대 30ATP, $2FADH_2$로부터 최대 4ATP가 생성되어 최대 34ATP가 된다.

(2) 에너지 효율 : 1몰의 포도당이 완전히 연소되면 686 kcal의 에너지가 방출되며, 산소 호흡의 에너지 효율은 약 40 %이다.

> 산소 호흡의 에너지 효율
>
> $$= \frac{38 \times 7.3\ \text{kcal}}{686\ \text{kcal}} \times 100 ≒ 40\ \%$$

4 호흡 기질과 호흡률

(1) 호흡 기질

① 호흡 기질은 세포 호흡을 통해 분해되어 에너지를 방출하는 유기물이며, 주로 이용되는 물질은 탄수화물이다.

② 지방과 단백질은 여러 단계의 반응을 거쳐 해당 과정이나 TCA 회로의 중간 산물로 되어 ATP 합성에 이용될 수 있다.

(2) 호흡률

① 호흡률 $= \dfrac{\text{방출된 } CO_2\text{의 부피}(CO_2\text{ 방출량})}{\text{소비된 } O_2\text{의 부피}(O_2\text{ 흡수량})}$

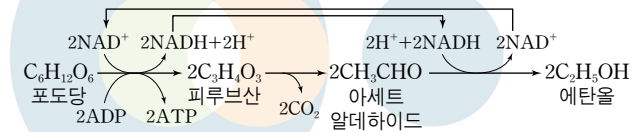
② 호흡 기질에 따른 호흡률 : 탄수화물은 1, 단백질은 약 0.8, 지방은 약 0.7이다.

5 발효

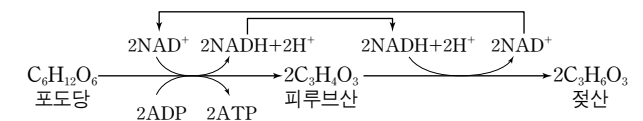
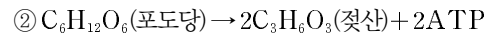
O_2를 이용하지 않아 호흡 기질이 완전히 분해되지 않고 중간 산물이 생성되며, 산소 호흡에 비해 방출되는 에너지양이 적다.

(1) 알코올 발효

① 포도당을 분해하여 에탄올을 만드는 과정으로 2ATP가 순합성된다.

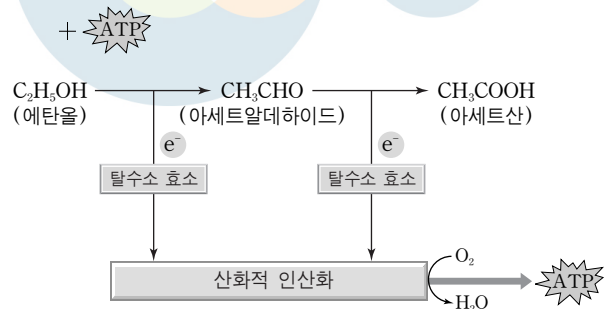
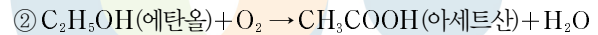
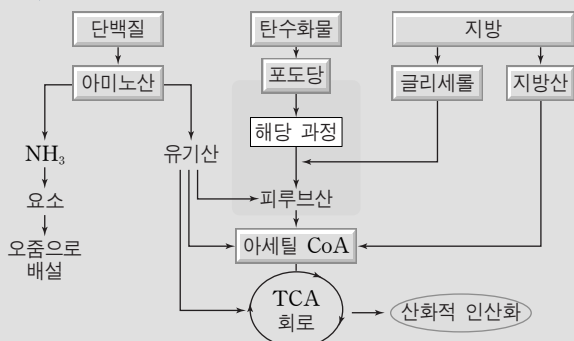
② $C_6H_{12}O_6$(포도당) → $2C_2H_5OH$(에탄올) + $2CO_2$ + 2ATP

(2) 젖산 발효

① 포도당을 분해하여 젖산을 만드는 과정으로 2ATP가 순합성된다.

② $C_6H_{12}O_6$(포도당) → $2C_3H_6O_3$(젖산) + 2ATP

③ 과도한 운동을 하는 경우 사람의 근육 세포에 O_2 공급이 부족해지면 젖산 발효가 일어난다.

(3) 아세트산 발효

① 에탄올을 아세트산으로 산화시켜 에너지를 얻는다.

② C_2H_5OH(에탄올) + O_2 → CH_3COOH(아세트산) + H_2O + ATP

자료 분석 특강 | 호흡 기질에 따른 산소 호흡 경로

1. 탄수화물의 산화 : 포도당으로 분해된 후 해당 과정, TCA 회로, 산화적 인산화 과정을 거쳐 ATP를 생성한다.
2. 지방의 산화 : 지방산, 글리세롤로 분해된 후 지방산은 아세틸 CoA로 전환되어 TCA 회로에 이용되며, 글리세롤은 G3P로 전환된 후 해당 과정, TCA 회로, 산화적 인산화 과정을 거쳐 ATP를 생성한다.
3. 단백질의 산화 : 아미노산으로 분해된 후 탈아미노 반응에 의해 아미노기가 제거되고 여러 종류의 유기산이 된다. 유기산은 피루브산, 아세틸 CoA, TCA 회로의 중간 산물 등 여러 물질로 전환되어 세포 호흡에 이용된다.

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |

아세틸 CoA가 TCA 회로와 산화적 인산화를 통해 분해되는 반응이 일어나는 장소와 생성되는 물질의 분자 수 및 전자 전달계에서의 H^+ 이동 방식을 알고 있어야 한다.

간략 풀이 |

ㄱ. 1분자의 아세틸 CoA가 TCA 회로를 통해 분해되면 $2CO_2$, 3NADH, $1FADH_2$, 1ATP(기질 수준 인산화)가 생성된다. 산화적 인산화를 통해 3NADH로부터 9ATP, $1FADH_2$로부터 2ATP가 생성될 때 $4H_2O$이 만들어진다. 따라서 ㉡+㉢+㉣=2+4+12=18이다.

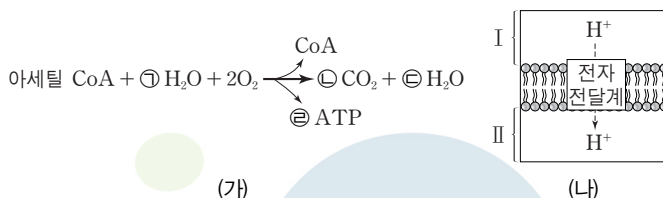
ㄴ. 아세틸 CoA가 TCA 회로를 통해 분해되어 CO_2가 방출되며, TCA 회로는 미토콘드리아 기질(바탕질)(Ⅰ)에서 일어난다.

ㄷ. 미토콘드리아 기질(바탕질)(Ⅰ)에서 막 사이 공간(Ⅱ)으로의 H^+ 이동 방식은 전자의 이동 과정에서 방출된 에너지를 이용하여 일어나는 능동 수송이다.

정답 | ②

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

그림 (가)는 아세틸 CoA가 TCA 회로와 산화적 인산화를 통해 분해되는 반응을, (나)는 미토콘드리아의 전자 전달계에서 H^+의 이동 방향을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 분자 수이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)에서 ADP와 무기 인산은 나타내지 않았으며, 산화적 인산화를 통해 1분자의 NADH로부터 3분자의 ATP가, 1분자의 $FADH_2$로부터 2분자의 ATP가 생성된다.)

보기

ㄱ. ㉡+㉢+㉣=17이다.
ㄴ. (가)의 CO_2는 (나)의 Ⅱ에서 생성된다.
ㄷ. (나)에서 Ⅰ로부터 Ⅱ로의 H^+ 이동 방식은 능동 수송이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |

대표 문제는 전자 전달계에서의 H^+ 이동 방식을 묻고 있지만 닮은 꼴에서는 ATP 합성 효소를 통한 H^+의 이동 방식을 묻고 있다.

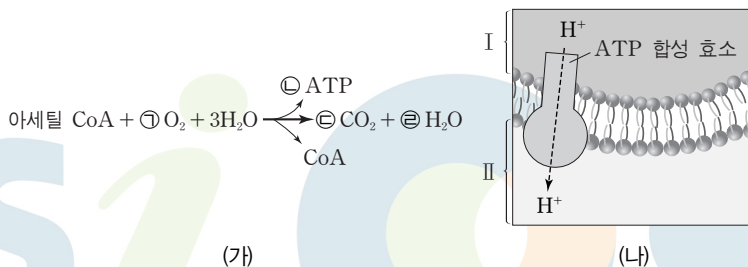
배경 지식 |

- 아세틸 CoA 1분자가 TCA 회로에서 분해되면 $2CO_2$, 3NADH, $1FADH_2$, 1ATP(기질 수준 인산화)가 생성된다.
- NADH와 $FADH_2$에서 방출된 전자가 최종적으로 O_2에 전달되면 H_2O이 생성된다.
- 미토콘드리아 내막을 경계로 형성된 H^+의 농도 기울기에 의해 H^+은 ATP 합성 효소를 통해 이동한다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 11쪽

6067-0053

그림 (가)는 아세틸 CoA가 TCA 회로와 산화적 인산화를 통해 분해되는 반응을, (나)는 미토콘드리아 내막에서 ATP 합성 효소를 통한 H^+의 이동 방향을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 분자 수이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)에서 ADP와 무기 인산은 나타내지 않았으며, 산화적 인산화를 통해 1분자의 NADH로부터 3분자의 ATP가, 1분자의 $FADH_2$로부터 2분자의 ATP가 생성된다.)

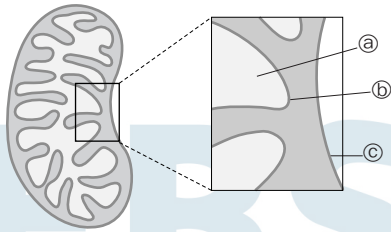
보기

ㄱ. ㉠+㉡+㉢=18이다.
ㄴ. (가)의 생성물 중 H_2O은 (나)의 Ⅰ에서 생성된다.
ㄷ. (나)에서 Ⅰ로부터 Ⅱ로의 H^+ 이동 방식은 촉진 확산이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 6067-0054

그림은 미토콘드리아의 구조를 나타낸 것이다. ⓐ~ⓒ는 각각 내막, 외막, 미토콘드리아 기질(바탕질) 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

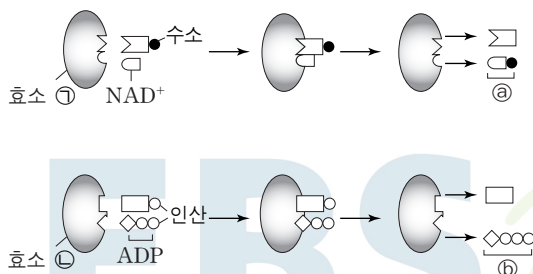
보기

ㄱ. ⓐ에서 피루브산이 아세틸 CoA로 전환되는 반응이 일어난다.
ㄴ. ⓑ에 전자 전달계가 존재한다.
ㄷ. ⓒ에 ATP 합성 효소가 존재한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0055

그림은 산소 호흡에 사용되는 두 종류의 효소 ㉠과 ㉡에 의한 반응을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

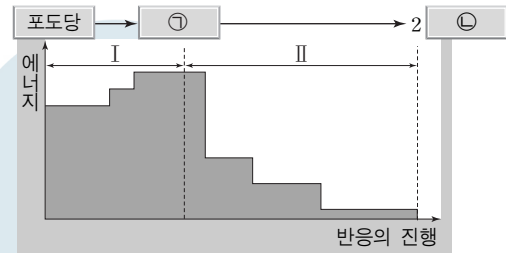
보기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 세포질에서 발견된다.
ㄴ. ㉡은 산화적 인산화에 사용된다.
ㄷ. 산소 호흡 과정에서 ⓐ의 산화로 ⓑ가 합성되는 과정은 미토콘드리아에서 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0056

그림은 1분자의 포도당이 분해되는 과정에서 일어나는 에너지 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 과당 2인산과 피루브산 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

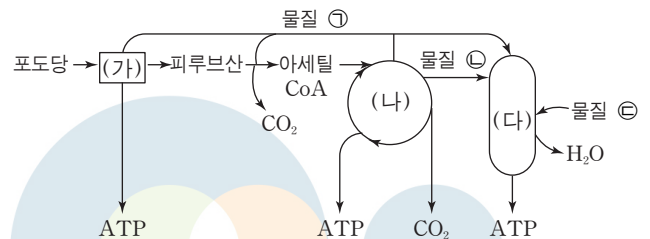
보기

ㄱ. Ⅰ에서 2분자의 ATP가 소모된다.
ㄴ. Ⅱ에서 2분자의 NAD^+가 환원된다.
ㄷ. $\frac{\text{㉠ 1분자의 탄소 수}}{\text{㉡ 1분자의 탄소 수}}$는 $\frac{3}{2}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 6067-0057

그림은 세포 호흡의 전 과정을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 해당 과정, 산화적 인산화, TCA 회로 중 하나이며, 물질 ㉠~㉢은 각각 O_2, NADH, $FADH_2$ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠~㉢ 중 세포 호흡의 최종 전자 수용체는 ㉢이다.
ㄴ. (가)~(다) 중 H^+의 농도 기울기를 이용해 ATP가 합성되는 과정은 (나)이다.
ㄷ. 포도당 1분자가 완전 산화될 때 생성되는 물질 ㉠의 분자 수는 (나)에서가 (가)에서의 4배이다.

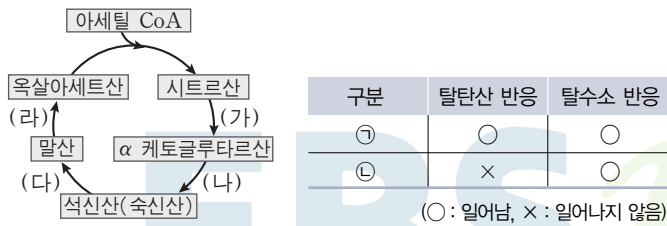
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶ 6067-0058

그림은 TCA 회로의 일부를, 표는 TCA 회로의 (가)~(라)에서 탈탄산 반응과 탈수소 반응의 유무를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나에 해당한다.

구분	탈탄산 반응	탈수소 반응
㉠	○	○
㉡	×	○

(○ : 일어남, × : 일어나지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

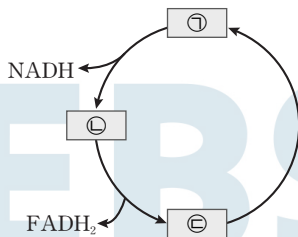
보기

ㄱ. (가)와 (나)는 모두 ㉠에 해당한다.
ㄴ. (다)와 (라)는 모두 ㉡에 해당한다.
ㄷ. (가)~(라) 중 (나)에서만 ATP가 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6067-0059

그림은 TCA 회로의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 말산, α 케토글루타르산, 석신산(숙신산) 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

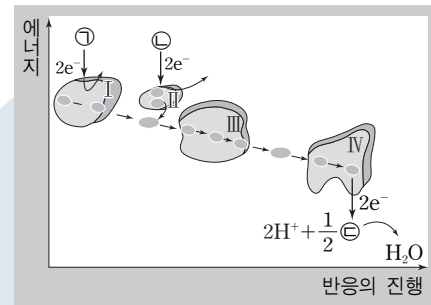
보기

ㄱ. ㉠이 ㉡으로 되는 과정에서 기질 수준 인산화 반응이 일어난다.
ㄴ. 1분자당 탄소 수는 ㉠이 ㉢보다 1개 더 많다.
ㄷ. ㉢은 석신산(숙신산)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6067-0060

그림은 세포 호흡 과정 중 전자가 미토콘드리아 내막에 있는 전자 전달 효소 복합체 Ⅰ~Ⅳ를 통해 이동할 때의 에너지 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 O_2, NADH, $FADH_2$ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 피루브산이 아세틸 CoA로 전환되는 과정에서 ㉠이 생성된다.
ㄴ. 1분자당 방출된 전자에 의해 능동 수송되는 H^+의 수는 ㉡보다 ㉠이 많다.
ㄷ. 미토콘드리아에 ㉢의 공급이 중단되면 Ⅲ은 산화 상태를 유지한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 6067-0061

다음은 세포 호흡 과정 A~C를 특징에 따라 분류한 것이다. A~C는 각각 해당 과정, TCA 회로, 산화적 인산화 중 하나이다.

1-1. 미토콘드리아에서 일어난다.
 2-1. [㉠] ··· A
 2-2. 화학 삼투가 일어난다. ··· B
1-2. 세포질에서 일어난다. ··· C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

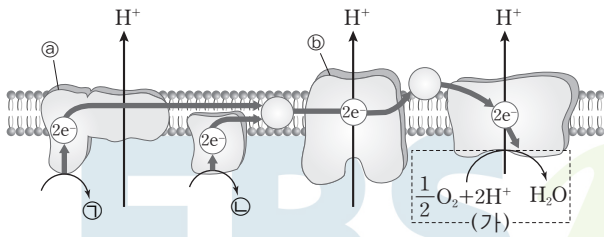
보기

ㄱ. '산소가 없어도 계속 진행된다.'는 ㉠에 해당한다.
ㄴ. B는 미토콘드리아 기질(바탕질)에서 일어난다.
ㄷ. C에는 ATP를 소모하는 단계가 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

6067-0062

그림은 미토콘드리아의 전자 전달계를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 FAD와 NAD^+ 중 하나이며, ⓐ와 ⓑ는 전자 전달계를 구성하는 단백질 복합체이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. NADH로부터 방출된 전자는 ⓐ에 있을 때보다 ⓑ에 있을 때 낮은 에너지를 갖는다.
ㄴ. ㉡은 말산을 옥살아세트산으로 산화시키는 조효소로 사용된다.
ㄷ. (가) 반응이 활발히 진행될수록 막 사이 공간과 미토콘드리아 기질(바탕질)의 pH 차이는 감소한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

6067-0063

다음은 미토콘드리아에서 일어나는 화학 삼투를 확인하기 위한 실험이다.

(가) 동물 근육 세포에서 미토콘드리아를 분리한다.
(나) 분리한 미토콘드리아를 pH 8인 KCl 등장액에 넣고 충분한 시간 동안 두어 TCA 회로 반응의 물질이 모두 고갈되도록 한다.
(다) (나)의 미토콘드리아를 pH 4인 KCl 등장액으로 옮긴 직후 ADP와 ^{32}P으로 표지된 무기 인산을 첨가한다.
(라) (다)의 용액에서 ㉠ ^{32}P으로 표지된 ATP가 검출된다.

(다) 과정 이후에 일어나는 현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠이 생성될 때 탈탄산 반응이 일어난다.
ㄴ. KCl 등장액 속 O_2의 농도가 감소한다.
ㄷ. ATP 합성 효소를 통한 H^+의 촉진 확산이 일어난다.

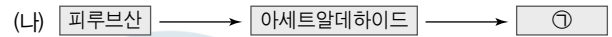
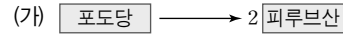
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

6067-0064

그림 (가)는 해당 과정을, (나)와 (다)는 두 종류의 발효 과정 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 젖산과 에탄올 중 하나이다.

(가) 포도당 → 2 피루브산

(나) 피루브산 → 아세트알데하이드 → ㉠

(다) 피루브산 → ㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 산화 환원 반응이 일어난다.
ㄴ. $\frac{1분자당\ 탄소\ 수}{1분자당\ 수소\ 수}$는 ㉠이 ㉡보다 크다.
ㄷ. 피루브산 1분자당 소비되는 NADH 분자 수는 (나)와 (다)에서 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

6067-0065

그림은 산소 호흡과 발효 과정의 일부를, 표는 (가)~(다) 과정에서 CO_2와 NAD^+의 생성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 젖산, 에탄올, 아세틸 CoA 중 하나이다.

과정	NAD^+	CO_2
(가)	○	×
(나)	?	○
(다)	○	○

(○ : 생성됨, × : 생성되지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, CoA의 탄소 수는 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. (가) 과정에서 피루브산이 산화된다.
ㄴ. 1분자당 탄소 수는 ㉠ > ㉡ = ㉢이다.
ㄷ. (나)와 (다) 과정은 모두 미토콘드리아에서 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

13

6067-0066

그림은 3가지 발효의 공통점과 차이점을 구분한 것을 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅲ은 각각 알코올 발효, 젖산 발효, 아세트산 발효 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 'O_2가 소모되지 않는다.'는 ㉠에 해당한다.
ㄴ. 'NADH가 산화된다.'는 ㉡에 해당한다.
ㄷ. 김치와 요구르트를 만드는 데 이용되는 발효는 Ⅲ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

14

6067-0067

그림은 2종류의 발효 과정 일부를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 ATP이다.
ㄴ. 사람의 근육 세포에서는 (가)와 (나)가 모두 일어날 수 있다.
ㄷ. (라)에서 생성된 NAD^+는 (다)에서 환원된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

6067-0068

그림은 산소 호흡과 젖산 발효를 모두 할 수 있는 미생물 X를 산소와 포도당이 모두 포함된 배양액에 넣고 밀폐시킨 후 시간에 따른 배양액 내 물질의 양을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 젖산과 포도당 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉡이 호흡 기질이다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 기질 수준 인산화가 일어난다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서 피루브산이 아세트알데하이드로 분해되는 반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16

6067-0069

표는 사람의 근육 세포에서 일어나는 과정 (가)~(다)를 나타낸 것이다. ㉠은 TCA 회로에서 생성된 물질이며, ㉡은 기체이다.

반응	물질의 전환(물질의 탄소 수)	생성 물질
(가)	말산(C_4) → ㉠(C_4)	NADH
(나)	피루브산(C_3) → 젖산(C_3)	NAD^+
(다)	시트르산(C_6) → α 케토글루타르산(C_5)	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 TCA 회로에서 아세틸기와 결합한다.
ㄴ. ㉡은 CO_2이다.
ㄷ. 근육 세포 내 O_2 농도가 증가하면 증가하기 전보다 (나)가 촉진된다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 14쪽

17

6067-0070

그림은 미토콘드리아에서 피루브산 1분자가 분해되는 과정의 일부를, 표는 그림의 물질 ㉠~㉤을 순서 없이 나타낸 것이다. 1분자당 탄소 수는 ㉢이 ㉠보다 많다.

㉠~㉤
말산
피루브산
시트르산
아세틸 CoA
옥살아세트산

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 과정 (가)에서는 탈수소 효소의 작용으로 NAD^+가 환원된다.
ㄴ. 과정 (나)에서 탈탄산 반응이 일어난다.
ㄷ. 과정 (다)에서 피루브산 1분자당 생성되는 NADH와 ATP 분자 수의 합은 3이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17
미토콘드리아 기질(바탕질)에서 (　　)이 아세틸 CoA로 전환된 후 TCA 회로가 진행되고, TCA 회로에서는 아세틸 CoA가 (　　)과 결합하여 시트르산이 되며, 이 과정에서 조효소 A(CoA)가 방출된다.

18

6067-0071

그림 (가)는 미토콘드리아 내막에서 일어나는 반응의 일부를, (나)는 미토콘드리아의 특정 전자 운반체에 결합하는 저해제 A를 처리하였을 때 시간에 따른 총 산소 소비량을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 막 사이 공간과 미토콘드리아 기질(바탕질) 중 하나이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 FAD의 환원은 ㉠에서 일어난다.
ㄴ. 저해제 A를 처리하면 ⓐ를 통한 ATP 합성이 억제된다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서는 전자 전달계를 통한 H^+ 이동이 활발하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18
미토콘드리아 내막을 경계로 기질(바탕질)에서 막 사이 공간으로 H^+이 (　　) 되며, H^+이 ATP 합성 효소를 통해 막 사이 공간에서 기질(바탕질)로 확산될 때 ATP가 합성된다.

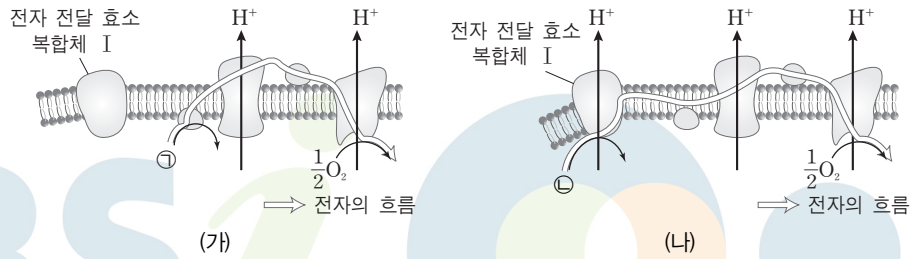
정답

17 피루브산, 옥살아세트산
18 능동 수송

19
전자 전달계에서 NADH와 $FADH_2$ 각각 1분자로부터 방출된 전자의 수는 (같으며, 다르며), 이 전자는 최종적으로 O_2에 전달되어 (   )을 형성한다.

19

6067-0072

그림 (가)와 (나)는 미토콘드리아에 있는 전자 전달계에서 1분자의 ㉠과 ㉡에 의해 일어나는 전자 전달 과정의 일부를 각각 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 NADH와 $FADH_2$ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

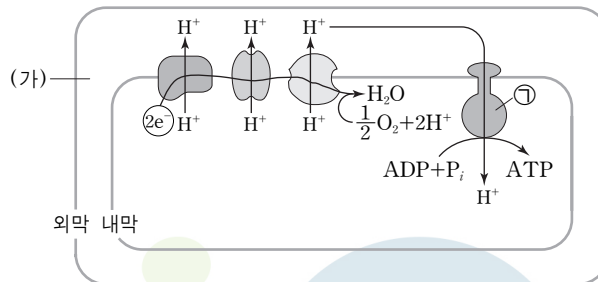
ㄱ. ㉠은 $FADH_2$, ㉡은 NADH이다.
ㄴ. (가)와 (나)에서 각각 생성되는 H_2O 분자 수는 같다.
ㄷ. 1분자의 α 케토글루타르산이 옥살아세트산으로 되는 과정에서 생성된 ㉠과 ㉡이 모두 전자 전달계에서 산화될 때 필요한 O_2 분자 수는 1이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20
미토콘드리아 내막을 경계로 H^+ 농도 기울기가 형성되어 막 사이 공간의 H^+이 (   )를 통하여 미토콘드리아 기질(바탕질)로 확산되어 들어올 때 (   )가 합성된다.

20

6067-0073

그림은 미토콘드리아 전자 전달계에서 일어나는 산화적 인산화 과정의 일부를, 표는 산화적 인산화를 저해하는 물질 X, Y의 작용을 나타낸 것이다.

물질	작용
X	미토콘드리아 내막에서 막 사이 공간의 H^+을 미토콘드리아 기질(바탕질)로 투과시켜 H^+ 농도 기울기를 상쇄시킨다.
Y	㉠에 결합하여 H^+의 이동을 차단한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 산화적 인산화가 활발히 일어나고 있는 미토콘드리아에서 (가)의 pH는 X를 처리했을 때보다 Y를 처리했을 때 낮다.
ㄴ. X는 ATP 생성에 영향을 미치지 않는다.
ㄷ. Y를 처리하고 지속적으로 H^+의 이동이 차단되면 Y를 처리하기 전보다 미토콘드리아에서 NADH의 산화가 더 많이 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답

19 같으며, H_2O
20 ATP 합성 효소, ATP

21

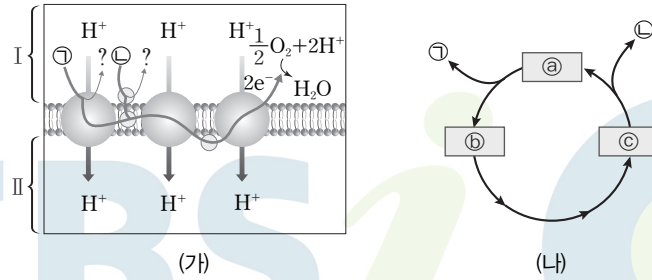
▶6067-0074

그림 (가)는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를, (나)는 TCA 회로의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 NADH와 $FADH_2$ 중 하나이고, ⓐ~ⓒ는 각각 옥살아세트산, 석신산(숙신산), 말산 중 하나이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 1분자의 ⓑ가 ⓒ로 되는 과정에서 탈탄산 반응이 1회 일어난다.
ㄴ. (나)가 진행되면 Ⅰ에서의 pH는 Ⅱ에서의 pH보다 높게 유지된다.
ㄷ. 산화적 인산화를 통해 $\frac{\text{1분자의 ㉠으로부터 생성되는 ATP양}}{\text{1분자의 ㉡으로부터 생성되는 ATP양}}$은 1보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

22

▶6067-0075

표는 미토콘드리아 현탁액이 들어 있는 시험관 Ⅰ~Ⅲ에 각각 첨가한 물질과 일정 시간이 지난 후 각 시험관에서의 결과를 조사한 것이다.

시험관	첨가물	결과		
		ATP 생성 여부	NADH 생성 여부	O_2 소모 여부
Ⅰ	포도당+증류수	생성되지 않음	생성되지 않음	소모되지 않음
Ⅱ	포도당+ADP+P_i	?	?	?
Ⅲ	피루브산+ADP+P_i	생성됨	생성됨	소모됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 시험관 Ⅰ에 ATP를 첨가하면 O_2가 소모된다.
ㄴ. 시험관 Ⅱ에서는 ATP가 생성되지 않는다.
ㄷ. 시험관 Ⅲ에서 CO_2가 생성된다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

21
TCA 회로에서 석신산(숙신산)이 말산으로 산화되면서 ( )가, 말산이 옥살아세트산으로 산화되면서 ( )가 생성된다.

22
미토콘드리아 기질(바탕질)에서는 ( )이 아세틸 CoA로 전환된 후 TCA 회로가 진행되고, TCA 회로에서 생성된 NADH와 $FADH_2$가 미토콘드리아 내막의 전자 수용체에 전자를 공급함으로써 다량의 ( )가 생성된다.

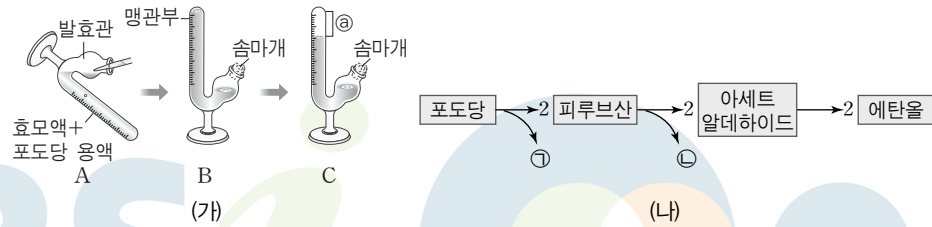
정답
21 $FADH_2$, NADH
22 피루브산, ATP

23

효모의 알코올 발효에서는 포도당이 피루브산으로 분해되는 해당 과정이 일어나 기질 수준 인산화에 의해 (　　)가 생성되고, 피루브산이 아세트알데하이드로 전환되는 과정에서 탈탄산 반응에 의해 (　　)가 생성되며, 아세트알데하이드가 에탄올로 환원되는 과정에서 (　　)가 생성된다.

23

6067-0076

그림 (가)는 효모를 이용한 실험 과정을, (나)는 효모에서 일어나는 발효 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 CO_2와 ATP 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, B에서는 (나) 과정만 고려한다.)

보기

ㄱ. B에서 1분자의 포도당이 분해될 때 $\frac{\text{㉠의 소비량}}{\text{㉠의 생성량}}$은 $\frac{1}{2}$이다.

ㄴ. B → C 과정이 진행되는 동안 발효관 속 용액에서는 아세트알데하이드의 환원이 일어난다.

ㄷ. C의 ⓐ 부분에는 ㉡이 들어 있다.

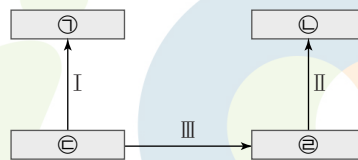
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24

피루브산이 젖산으로 환원될 때 (　　)의 산화가 일어나며, 에탄올이 아세트산으로 산화될 때 (　　)에 의해 ATP가 합성된다.

24

6067-0077

그림은 3가지 발효에서 일어나는 물질의 전환 과정(Ⅰ~Ⅲ)을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 젖산, 에탄올, 아세트산, 피루브산 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 과정 Ⅰ과 Ⅱ에서 모두 ATP가 합성된다.

ㄴ. 과정 Ⅲ에서 NADH의 산화가 일어난다.

ㄷ. $\frac{\text{㉠ 1분자의 탄소 수} + \text{㉢ 1분자의 탄소 수}}{\text{㉡ 1분자의 탄소 수} + \text{㉣ 1분자의 탄소 수}}$는 $\frac{2}{3}$이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

정답

23 ATP, CO_2, NAD^+

24 NADH, 산화적 인산화

25

6067-0078

그림은 포도당과 아미노산이 세포 호흡에 이용되는 과정의 일부를 나타낸 것으로 각 물질의 분자 수는 표시하지 않았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 산화적 인산화를 통해 1분자의 NADH로부터 3분자의 ATP가, 1분자의 $FADH_2$로부터 2분자의 ATP가 생성된다.)

보기

ㄱ. (가)와 (나) 경로에서는 모두 탈아미노 작용이 일어나지 않는다.
ㄴ. 아세틸 CoA 1분자가 세포 호흡을 통해 완전 산화되면 12ATP가 생성된다.
ㄷ. 1분자의 아미노산이 (가) 또는 (나) 경로를 거쳐 완전 산화될 때 두 경로에서 방출되는 CO_2의 분자 수는 서로 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

25
아미노산은 ( ) 작용으로 아미노기가 제거되고 유기산으로 전환되며, 유기산은 피루브산, 아세틸 CoA, TCA 회로의 중간 산물 중 하나로 전환된 후 ( )와 산화적 인산화를 거쳐 분해된다.

26

6067-0079

그림은 발아 중인 종자 (가) 또는 (나)의 호흡률을 측정하기 위한 장치를, 표는 일정 시간 경과 후 A와 B의 플라스크에 연결된 유리관에서의 잉크 방울 이동 거리를 나타낸 것이다. 호흡률이란 호흡 기질이 세포 호흡을 통해 분해될 때 소비된 O_2의 부피에 대해 발생한 CO_2의 부피 비를 말하며, 탄수화물은 1, 지방은 약 0.7, 단백질은 약 0.8이다.

구분	종자 (가)		종자 (나)	
	A	B	A	B
잉크 방울의 이동 거리(cm)	11	0	14	2.8

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 그림에서 플라스크 A와 B에 넣은 종자와 물질 이외의 조건은 동일하며, 플라스크 내의 기체는 O_2와 CO_2만 고려한다.)

보기

ㄱ. (가)의 호흡 기질은 단백질, (나)의 호흡 기질은 탄수화물이다.
ㄴ. B에서의 CO_2 발생량은 종자 (가)를 넣었을 때보다 (나)를 넣었을 때 많다.
ㄷ. 종자 (나)를 넣은 A에 연결된 유리관에서의 잉크 방울 이동 방향은 ㉡이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

26
소비된 O_2의 부피가 동일하다면 발생된 CO_2의 부피가 클수록 호흡률은 (크다, 작다).

정답

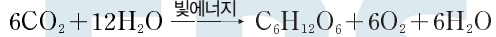
25 탈아미노, TCA 회로
26 크다

THEME

06 광합성

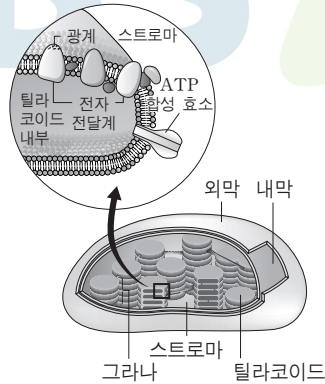
1 엽록체와 광합성 색소

(1) **광합성** : 식물의 엽록체에서 빛에너지를 이용하여 CO_2와 물을 재료로 포도당, O_2가 생성되는 과정이다.

$$6CO_2+12H_2O \xrightarrow{\text{빛에너지}} C_6H_{12}O_6+6O_2+6H_2O$$

(2) **엽록체** : 광합성이 일어나는 세포 소기관으로 2중막 구조이다.

① 틸라코이드 : 광합성 색소, 전자 전달계, ATP 합성 효소가 존재한다.

② 그라나 : 틸라코이드가 여러 개 쌓여 있는 구조이다.

③ 스트로마 : 엽록체의 기질 부분으로, 포도당을 합성하는 암반응이 일어나고, DNA, RNA, 리보솜, 효소가 존재한다.

(3) **광합성 색소** : 엽록체에서 빛을 흡수하는 색소이다.

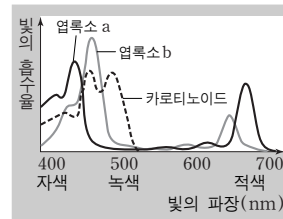
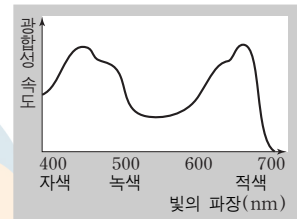
① 엽록소 : 엽록소 a, b, c, d 등이 있으며, 반응 중심 색소인 엽록소 a 이외의 색소는 빛에너지를 흡수하여 엽록소 a로 전달한다.

② 카로티노이드 : 카로틴과 잔토필이 있으며, 엽록소가 잘 흡수하지 못하는 파장의 빛을 흡수하여 반응 중심 색소로 전달한다.

2 빛의 파장과 광합성

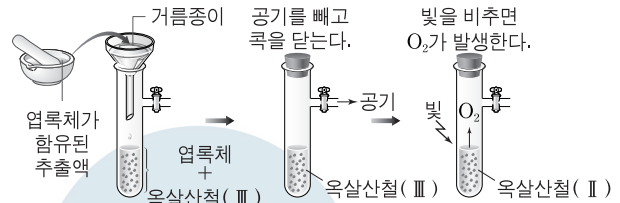
(1) **흡수 스펙트럼** : 빛의 파장에 따른 광합성 색소의 빛 흡수율을 그래프로 나타낸 것으로, 엽록소는 주로 청자색광과 적색광을, 카로티노이드는 청자색광과 녹색광을 흡수하여 광합성을 돕는다.

(2) **작용 스펙트럼** : 빛의 파장에 따른 광합성 속도를 그래프로 나타낸 것으로, 청자색광과 적색광에서 광합성 속도가 빠르다.

(3) **흡수 스펙트럼과 작용 스펙트럼의 관계** : 흡수 스펙트럼과 작용 스펙트럼이 거의 일치하는 것으로 보아 엽록소 색소가 가장 잘 흡수하는 청자색광과 적색광을 주로 이용하여 광합성을 한다는 것을 알 수 있다.

▲ 흡수 스펙트럼

▲ 작용 스펙트럼

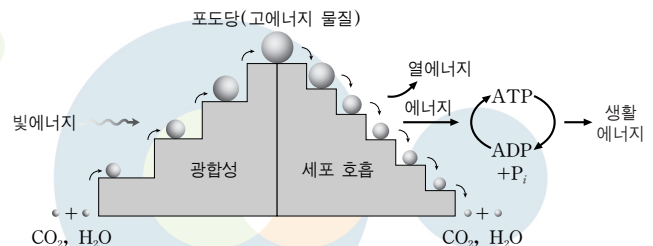
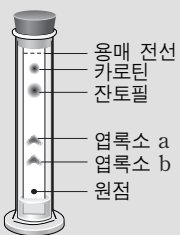
3 광합성 연구의 역사

(1) **엥겔만의 실험** : 호기성 세균의 분포를 통해 빛의 파장에 따라 해캄의 광합성 속도가 달라짐이 밝혀졌다.

(2) **힐의 실험** : 엽록체 추출액에 옥살산철(Ⅲ)을 넣고 빛을 비추면 CO_2가 없는 환경에서 O_2가 발생함이 밝혀졌다.

(3) **루벤의 실험** : ^{18}O로 표지된 $H_2{}^{18}O$과 $C^{18}O_2$를 이용하여 광합성 실험을 한 결과 발생하는 O_2는 물에서 유래하였음이 밝혀졌다.

(4) **벤슨의 실험** : 광합성 과정은 명반응과 암반응으로 나누어져 있고, 명반응이 일어난 다음 암반응이 일어남이 밝혀졌다.

4 광합성과 세포 호흡의 관계

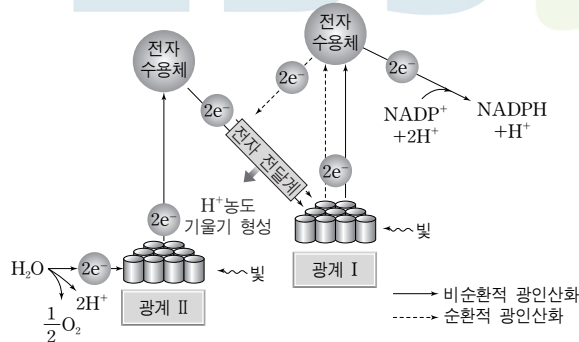
광합성은 태양의 빛에너지를 유기물 속 화학 에너지의 형태로 전환하고, 세포 호흡은 유기물에 저장된 화학 에너지를 이용하여 ATP를 합성한다.

자료 분석 특강 | 광합성 색소의 분리

- 광합성 색소 분리 방법 : 종이 크로마토그래피를 이용하여 광합성 색소를 분리한다.
- 종이 크로마토그래피 : 혼합물에 섞여 있는 각 성분들의 전개액에 대한 용해도와 전개지에 대한 흡착력, 그리고 분자량에 따라 전개율이 달라지는 원리를 이용하여 혼합물을 분리한다.
- 색소의 전개율 $= \dfrac{\text{원점에서 색소까지의 거리}}{\text{원점에서 용매 전선까지의 거리}}$
- 색소의 전개율 비교 : 카로틴 > 잔토필 > 엽록소 a > 엽록소 b

5 명반응과 암반응

(1) **명반응** : 그라나(틸라코이드 막)에서 일어나며 물의 광분해와 광인산화를 통해 ATP와 NADPH를 합성하는 과정이다. 명반응 산물은 암반응에 공급된다.

① 물의 광분해 : 빛에너지에 의해 틸라코이드에서 H_2O이 $2H^+$과 $2e^-$, $\frac{1}{2}O_2$로 분해된다.

② 광계 : 광합성 색소와 단백질로 이루어진 복합체로 반응 중심 색소가 P_{700}인 광계 Ⅰ과 반응 중심 색소가 P_{680}인 광계 Ⅱ가 있다.

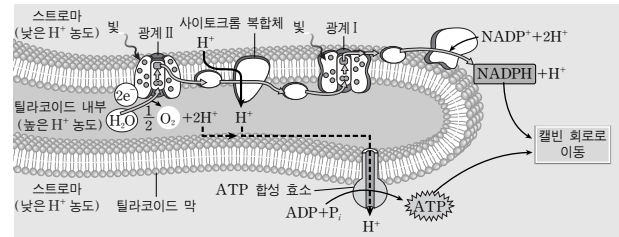
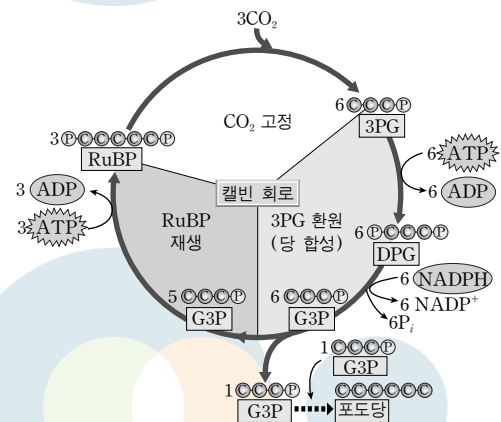
③ 광인산화: 순환적 광인산화와 비순환적 광인산화가 있다.

• 순환적 광인산화 : 광계 Ⅰ에서 빛 흡수 → P_{700}으로 빛에너지 전달 → P_{700}에서 고에너지 전자 방출 → 전자 전달계를 거치면서 H^+의 농도 기울기 형성 → 전자는 광계 Ⅰ의 P_{700}으로 돌아옴

• 비순환적 광인산화

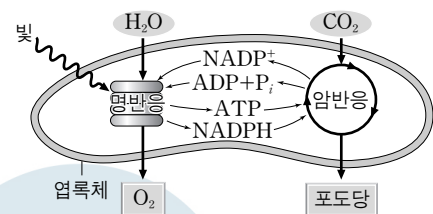
㉠ 광계 Ⅱ에서 빛 흡수 → P_{680}으로 빛에너지 전달 → P_{680}에서 고에너지 전자 방출 → 전자 전달계를 거치면서 H^+의 농도 기울기 형성 → 전자는 광계 Ⅰ의 P_{700}으로 전달

㉡ 광계 Ⅱ에서 물이 광분해됨 → 생성된 전자는 광계 Ⅱ의 산화된 P_{680}에 전달

㉢ 광계 Ⅰ에서 빛 흡수 → P_{700}으로 빛에너지 전달 → P_{700}에서 고에너지 전자 방출 → 전자가 $NADP^+$에 최종적으로 수용되어 NADPH 생성

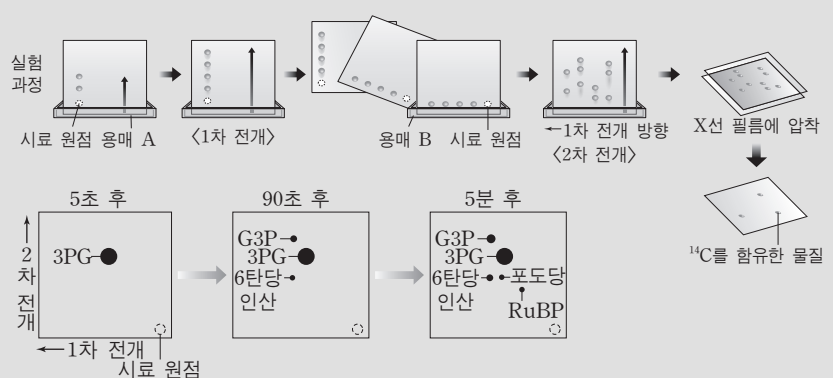
④ 화학 삼투에 의한 ATP 생성 : 전자 전달 과정에서 능동 수송에 의해 틸라코이드 내부에 축적된 H^+이 ATP 합성 효소를 통해 스트로마로 확산되면서 ATP가 합성된다.

(2) **암반응** : 스트로마에서 일어나며 명반응 산물인 ATP와 NADPH를 이용하여 CO_2를 환원시켜 포도당을 만드는 과정이다. CO_2 고정, 3PG(PGA) 환원, RuBP 재생의 세 단계가 반복해서 일어난다.

6 광합성의 전과정

(1) **명반응** : 물의 광분해와 광인산화를 통해 ATP, NADPH, O_2가 생성된다.

(2) **암반응** : 명반응 산물을 이용하여 CO_2를 환원시켜 포도당을 합성한다.

자료 분석 특강 | 캘빈 회로의 발견

• 방사성 동위 원소로 표지된 $^{14}CO_2$를 공급하면서 클로렐라를 배양하였다. 그 후 일정 시간마다 클로렐라를 채취하여 광합성을 중지시키고 2차원 종이 크로마토그래피로 생물질을 분리하였다.

• 광합성 과정에서 3PG → G3P → 6탄당 인산 → 포도당 순으로 물질이 합성됨을 알 수 있다.

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
암반응 경로인 캘빈 회로가 진행되는 장소와 캘빈 회로에서 탄소 고정 단계와 명반응 산물인 ATP, NADPH가 이용되는 단계를 알고 있어야 한다.

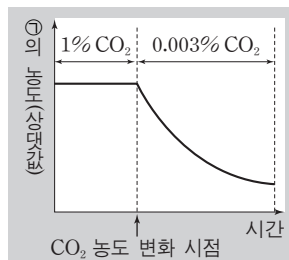
간략 풀이 |
캘빈 회로는 엽록체의 스트로마에서 진행되며, CO_2가 RuBP와 결합한 후 둘로 나누어져 3PG(PGA)가 된다.

ㄱ. CO_2 농도를 감소시켰을 때 물질 ㉠의 농도가 감소되는 것을 통해 ㉠은 탄소 고정 산물인 3PG(PGA)라는 것을 알 수 있다.
ㄴ. ㉠(3PG)은 캘빈 회로 산물이므로 스트로마에 있다.
ㄷ. 캘빈 회로에서 명반응 산물인 NADPH는 3PG(PGA)가 G3P(PGAL)로 전환되는 단계에서 사용된다.

정답 | ④

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

그림은 광합성이 일어나고 있는 어떤 녹조류에 CO_2 농도를 변화시켰을 때 시간에 따른 물질 ㉠의 농도를 나타낸 것이다. ㉠은 이 녹조류의 엽록체 내에 존재하며 RuBP와 3PG(PGA) 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, CO_2 농도 이외의 조건은 일정하다.)

보기

ㄱ. ㉠은 3PG이다.
ㄴ. 스트로마에 ㉠이 있다.
ㄷ. RuBP가 3PG로 전환되는 단계에 NADPH가 사용된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

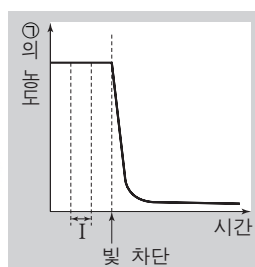
유사점과 차이점 |
대표 문제와 닮은 꼴 문제는 모두 캘빈 회로를 이해하고 있는지를 묻는 문제이다. 대표 문제에서는 CO_2 농도를 변화시킨 그래프 분석을 통해, 닮은 꼴 문제에서는 빛을 변화시킨 그래프 분석을 통해 물질 ㉠이 무엇인지를 묻고 있다.

배경 지식 |
- 암반응 경로인 캘빈 회로는 엽록체의 스트로마에서 일어난다.
- 빛이 차단되면 명반응 산물인 ATP와 NADPH가 생성되지 않는다.
- 캘빈 회로의 탄소 고정 단계에서는 CO_2가 RuBP와 반응하여 3PG(PGA)가 만들어진다.
- 캘빈 회로의 3PG(PGA) 환원 단계에서 3PG(PGA)가 G3P(PGAL)로 환원될 때 ATP와 NADPH가 사용된다.
- 캘빈 회로의 RuBP 재생 단계에서 G3P(PGAL)가 RuBP로 재생될 때 ATP가 사용된다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 17쪽

6067-0080

그림은 광합성이 일어나고 있는 클로렐라에 빛을 차단한 후 시간에 따른 물질 ㉠의 농도를 나타낸 것이다. ㉠은 클로렐라의 엽록체 내에 존재하며 3PG(PGA)와 RuBP 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛 이외의 조건은 일정하다.)

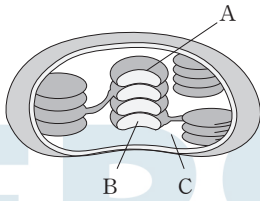
보기

ㄱ. 1분자당 ㉠의 $\dfrac{\text{인산기 수}}{\text{탄소 수}}$는 $\dfrac{1}{3}$이다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 CO_2 공급량을 감소시키면 스트로마 내 ㉠의 농도는 감소시키기 전보다 증가한다.
ㄷ. 3PG(PGA)가 G3P(PGAL)로 전환될 때 사용되는 $\dfrac{\text{NADPH의 수}}{\text{ATP의 수}}=1$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

6067-0081

그림은 엽록체의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 각각 스트로마, 틸라코이드 막, 틸라코이드 내부 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

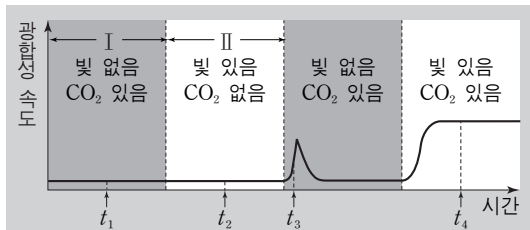
보기

ㄱ. A에 있는 광계 Ⅰ의 반응 중심 색소는 680 nm의 빛을 가장 잘 흡수한다.
ㄴ. 빛이 있을 때 C에서 물의 광분해가 일어난다.
ㄷ. 빛이 있을 때 B에서 C로의 H^+ 이동은 촉진 확산에 의해 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

6067-0082

그림은 암실에서 하루 동안 보관한 어떤 식물에서 빛과 CO_2 조건을 달리했을 때 시간에 따른 광합성 속도를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛과 CO_2 이외의 조건은 동일하다.)

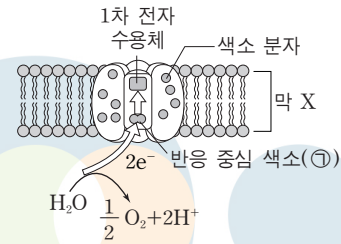
보기

ㄱ. 스트로마에서 3PG(PGA)의 환원 속도는 t_1일 때보다 t_4일 때 빠르다.
ㄴ. 스트로마에서 ADP의 양은 t_2일 때보다 t_3일 때 많다.
ㄷ. 틸라코이드 내부의 pH는 구간 Ⅰ에서보다 구간 Ⅱ에서 높다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0083

그림은 어떤 광계에서 일어나는 명반응 과정의 일부를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

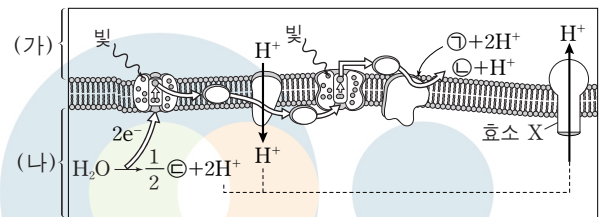
보기

ㄱ. ㉠에서 방출된 전자는 산화된 P_{700}을 환원시킨다.
ㄴ. 명반응이 일어나는 막 X에는 ATP를 합성하는 효소가 존재한다.
ㄷ. 이 광계는 순환적 광인산화 반응과 비순환적 광인산화 반응에 모두 관여한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0084

그림은 틸라코이드 막에서 일어나는 명반응 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠은 전자의 최종 수용체이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

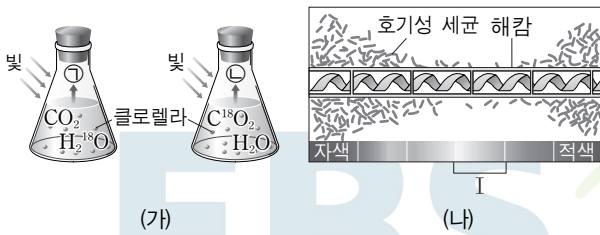
보기

ㄱ. 효소 X에 의해 (가)에서 ATP가 합성된다.
ㄴ. 암반응에서 5분자의 3PG(PGA)가 5분자의 G3P(PGAL)로 되는 데 필요한 ㉡의 분자 수는 5개이다.
ㄷ. ㉢은 암반응에서 CO_2의 환원에 이용된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0085

그림 (가)는 산소의 동위 원소인 ^{18}O를 이용한 루벤의 실험을, (나)는 호기성 세균과 해캄을 이용한 엥겔만의 실험을 나타낸 것이다. (가)에서 ㉠과 ㉡은 모두 광합성에 의해 발생한 기체이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

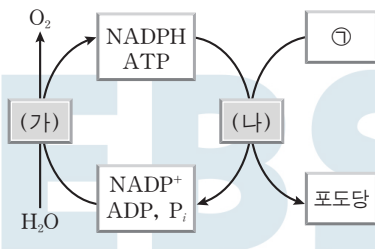
보기

ㄱ. ㉠은 $^{18}O_2$, ㉡은 O_2이다.
ㄴ. (나)에서 Ⅰ은 주로 청색광이 비춰진 부위이다.
ㄷ. 루벤과 엥겔만은 각자의 실험을 통해 광합성 산물이 포도당이라는 것을 증명하였다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

6067-0086

그림은 엽록체에서 일어나는 광합성 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 명반응과 암반응 중 하나이며, ㉠은 세포 호흡 결과 발생한 기체이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

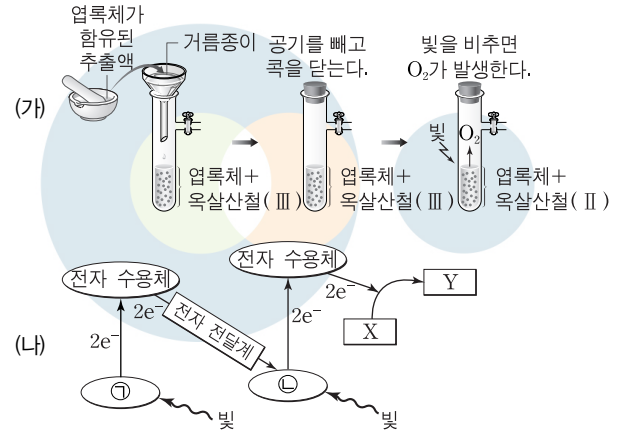
보기

ㄱ. ㉠의 환원으로 포도당이 생성된다.
ㄴ. (가)에서 산화적 인산화 과정을 통해 ATP가 생성된다.
ㄷ. (나)에서 전자 전달계를 통한 전자 전달 반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

07

6067-0087

그림 (가)는 엽록체 추출액과 옥살산철(Ⅲ)을 이용한 힐의 실험을, (나)는 엽록체에서 일어나는 전자 전달 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 P_{680}과 P_{700} 중 하나이고, X와 Y는 각각 $NADP^+$와 NADPH 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

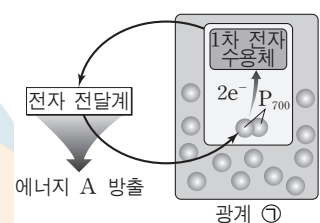
ㄱ. (나)에서 (가)의 옥살산철(Ⅲ)과 같은 역할을 하는 물질은 X이다.
ㄴ. (나)에서 H_2O의 광분해를 억제하면 산화된 ㉠과 ㉡의 비율은 모두 증가한다.
ㄷ. Y가 X로 산화되는 반응은 스트로마에서 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6067-0088

그림은 엽록체에서 일어나는 명반응 과정의 일부를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

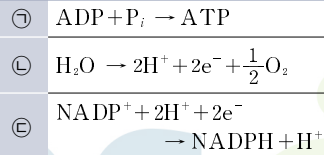
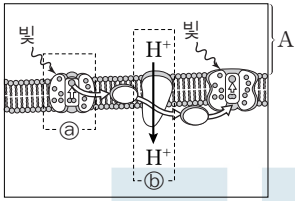
ㄱ. 이 과정에서 $NADP^+$의 환원은 일어나지 않는다.
ㄴ. 에너지 A에 의해 H^+은 틸라코이드 내부에서 스트로마로 이동된다.
ㄷ. 이 과정에서 광계 ㉠의 반응 중심 색소는 H_2O의 광분해로 생성된 전자를 받아 환원된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6067-0089

그림은 엽록체에서 일어나는 전자 전달 과정의 일부를, 표는 광합성 과정에서 일어나는 반응 ㉠~㉢을 나타낸 것이다.

㉠	$ADP+P_i \rightarrow ATP$
㉡	$H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}O_2$
㉢	$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \rightarrow NADPH + H^+$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

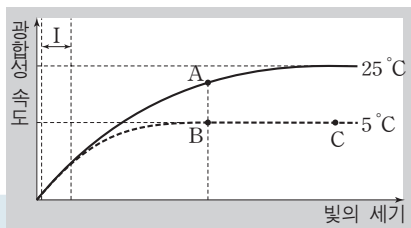
보기

ㄱ. ㉠과 ㉢은 모두 A에서 일어난다.
ㄴ. ⓐ에서 ㉢이 일어난다.
ㄷ. ⓑ에서 H^+은 H^+의 농도 기울기에 의해 촉진 확산된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

6067-0090

그림은 어떤 식물 세포에서 CO_2 농도가 일정할 때 빛의 세기와 온도에 따른 광합성 속도를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛의 세기와 온도 이외의 조건은 동일하다.)

보기

ㄱ. O_2 생성 속도는 A에서가 B에서보다 높다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 포도당 합성 속도는 빛의 세기보다 온도의 영향을 더 받는다.
ㄷ. C에서 3PG(PGA)가 G3P(PGAL)로 전환되는 과정은 일어나지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

6067-0091

다음은 물질 ㉠과 ㉡에 관한 자료와 시금치의 엽록체 추출액을 이용한 실험이다.

[자료]
- ㉠은 비순환적 광인산화에서 최종 전자 수용체로 작용할 수 있으며, 환원되면 청색에서 무색으로 변한다.
- ㉡은 틸라코이드에서 전자 전달계를 통한 전자의 이동을 멈추게 한다.

[실험]
(가) 3개의 시험관 A~C 중 A에는 ㉠을, B에는 ㉠과 엽록체 추출액을, C에는 ㉠, ㉡, 엽록체 추출액을 넣었다.
(나) 25°C에서 40분 동안 각 시험관에 빛을 비춘 후 시험관의 색깔 변화를 관찰한 결과는 표와 같다.

시험관	색깔 변화
A	청색 → 청색
B	청색 → 무색
C	청색 → ⓐ

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

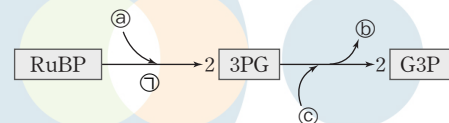
보기

ㄱ. 엽록체에서 ㉠과 같은 역할을 하는 물질은 NADPH이다.
ㄴ. ⓐ는 '무색'이다.
ㄷ. ㉡에 의해 H_2O의 산화가 억제된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

6067-0092

그림은 캘빈 회로의 일부를 나타낸 것이다. ⓐ~ⓒ는 각각 ATP, $NADP^+$, CO_2 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

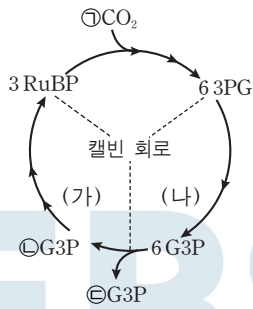
보기

ㄱ. 과정 ㉠에서는 스트로마에 있는 효소가 관여한다.
ㄴ. ⓐ와 ⓒ의 분자 수의 비는 1 : 1이다.
ㄷ. ⓑ는 순환적 광인산화에 사용된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶6067-0093

그림은 캘빈 회로를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 분자 수이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $\frac{㉠+㉢}{㉡}=2$이다.

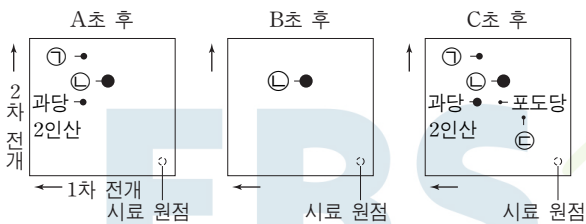
ㄴ. (가)와 (나) 과정에서 모두 ATP가 사용된다.

ㄷ. 1분자당 에너지양은 3PG(PGA)보다 G3P(PGAL)가 많다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶6067-0094

그림은 $^{14}CO_2$와 클로렐라를 이용한 캘빈의 실험 결과를 시간의 순서에 상관없이 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 3PG(PGA), G3P(PGAL), RuBP 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠ 1분자와 ㉡ 1분자의 인산기 수의 합은 3이다.

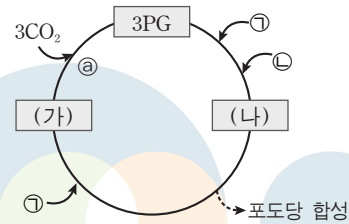
ㄴ. B초 후 클로렐라 추출물을 전개시킨 용지에는 3PG(PGA)가 있다.

ㄷ. 캘빈 회로에서 CO_2와 결합하는 물질은 ㉢이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

15

▶6067-0095

그림은 3분자의 CO_2가 고정될 때의 캘빈 회로를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 G3P(PGAL)와 RuBP 중 하나이며, ㉠과 ㉡은 각각 NADPH와 ATP 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ 과정이 일어나는 데 필요한 (가)의 분자 수는 6이다.

ㄴ. 1분자의 포도당을 합성하는 데 2분자의 (나)가 필요하다.

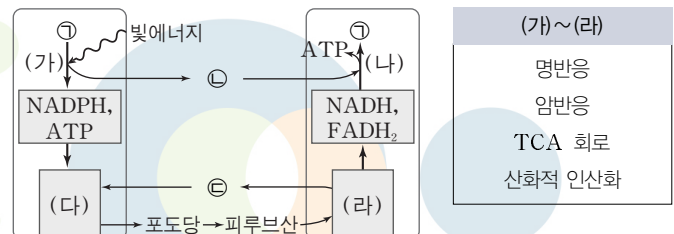
ㄷ. ㉡은 순환적 광인산화에서 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16

▶6067-0096

그림은 광합성과 세포 호흡에서 일어나는 물질대사 과정을, 표는 그림의 (가)~(라)를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 O_2, CO_2, H_2O 중 하나이다.

(가)~(라)
명반응
암반응
TCA 회로
산화적 인산화

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 산화적 인산화에서 최종 전자 수용체는 ㉡이다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 모두 화학 삼투에 의한 인산화가 일어난다.

ㄷ. (다)는 그라나에서, (라)는 미토콘드리아의 내막에서 일어난다.

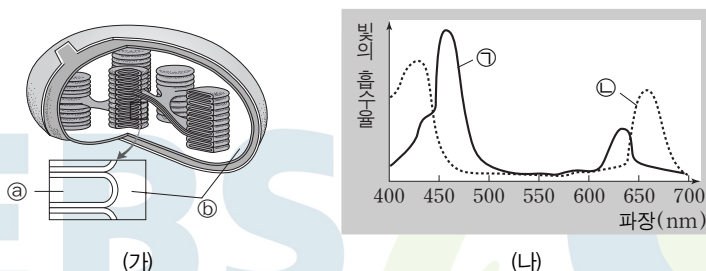
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

17

6067-0097

그림 (가)는 엽록체의 구조를, (나)는 이 엽록체에 있는 ㉠과 ㉡의 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 엽록소 a와 b 중 하나이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 광계 Ⅰ의 반응 중심 색소는 ㉡이다.

ㄴ. 명반응에서 $\frac{\text{생성되는 } O_2 \text{의 분자 수}}{\text{생성되는 NADPH의 분자 수}}$는 450 nm인 빛에서보다 550 nm인 빛에서 크다.

ㄷ. H_2O의 광분해로 방출된 전자가 전자 전달계를 거치면 H^+은 ⓐ에서 ⓑ로 능동 수송된다.

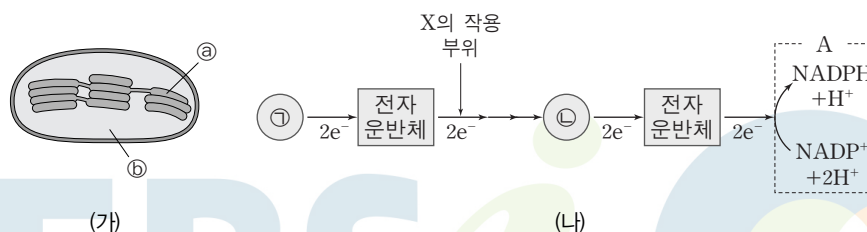
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

17 광계의 반응 중심 색소는 엽록소 ( )이고, 엽록소는 청자색광과 ( )을 잘 흡수하고 ( )을 거의 흡수하지 않는다.

18

6067-0098

그림 (가)는 광합성이 일어나고 있는 어떤 식물 세포의 엽록체 구조를, (나)는 이 엽록체에서 일어나고 있는 명반응 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 광계 Ⅰ과 Ⅱ 중 하나이고, 물질 X는 전자의 이동을 차단하며, ⓐ와 ⓑ는 각각 스트로마와 틸라코이드 내부 중 하나이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠의 반응 중심 색소가 가장 잘 흡수하는 빛의 파장은 ㉡의 반응 중심 색소가 가장 잘 흡수하는 빛의 파장보다 길다.

ㄴ. 물질 X를 처리하면 $\frac{\text{ⓐ의 pH}}{\text{ⓑ의 pH}}$는 처리하기 전보다 커진다.

ㄷ. 과정 A를 억제하면 ⓑ에서 $\frac{\text{G3P(PGAL)의 양}}{\text{3PG(PGA)의 양}}$은 억제하기 전보다 감소한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18 비순환적 광인산화에서 H_2O의 광분해로 방출된 전자는 광계 ( )의 P_{680} → 전자 전달계 → 광계 ( )의 P_{700} → 전자 전달계 → ( ) 순으로 전달된다.

정답

17 a, 적색광, 녹색광
18 Ⅱ, Ⅰ, $NADP^+$

19

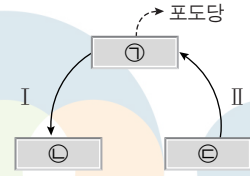
$^{14}CO_2$를 이용한 캘빈의 실험에서는 최초로 검출된 방사선을 띤 물질은 (　　)이며, 캘빈 회로에서 생성된 (　　)의 일부는 포도당 합성에 이용되고, 나머지는 (　　)로 재생된다.

19

6067-0099

표는 클로렐라 배양액에 $^{14}CO_2$를 공급하면서 빛을 비춘 후 생성되는 물질의 방사선 검출 여부를, 그림은 암반응 과정의 일부를 나타낸 것이다. 표의 A~C는 ㉠~㉢ 중 하나이고, ㉠~㉢은 각각 3PG(PGA), G3P(PGAL), RuBP 중 하나이다.

경과 시간 \ 물질	A	B	C
5초	−	−	+
90초	+	−	+
300초	+	+	+

(+ : 검출됨, − : 검출 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 ㉢이다.
ㄴ. 과정 Ⅰ과 Ⅱ에서 소모되는 ATP의 분자 수는 1 : 2이다.
ㄷ. 과정 Ⅱ에서 산화 환원 반응이 일어난다.

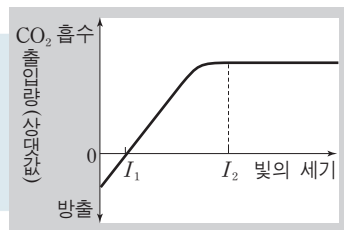
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

물의 광분해는 (　　)에서, NADPH의 생성은 (　　)에서 일어난다.

20

6067-0100

그림은 어떤 식물에서 빛의 세기에 따른 CO_2 출입량을, 표는 이 식물의 광합성 과정에서 일어나는 반응 (가)~(라)를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 3PG(PGA)와 RuBP 중 하나이다.

(가)	ATP ⟶ ADP+P_i
(나)	$H_2O \longrightarrow 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}O_2$
(다)	$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NADPH + H^+$
(라)	㉠+CO_2 ⟶ 2㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. I_1일 때 스트로마에서 (가)가 일어난다.
ㄴ. (나)와 (다)는 모두 틸라코이드 내부에서 일어난다.
ㄷ. I_2에서 광합성 중인 이 식물에 빛을 차단하면 ㉡의 양은 차단하기 전보다 감소한다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ

정답

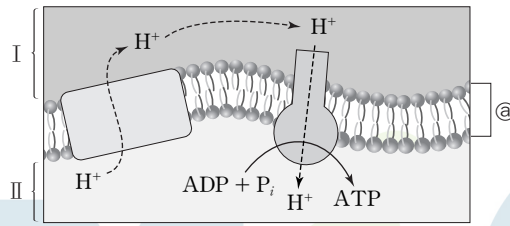
19 3PG(PGA), G3P(PGAL), RuBP
20 틸라코이드, 스트로마

21

6067-0101

그림은 엽록체에서 일어나는 인산화 과정의 일부를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ는 엽록체의 내막이다.
ㄴ. Ⅰ의 pH가 Ⅱ의 pH보다 높을 때 ATP가 합성된다.
ㄷ. Ⅱ에서 G3P(PGAL)가 RuBP로 전환되는 반응이 일어난다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

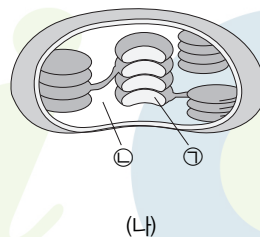
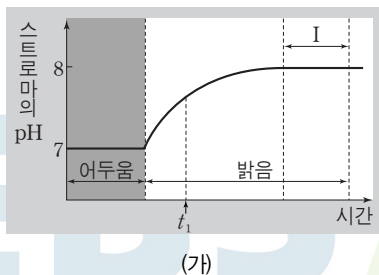
21

엽록체의 (　　)에서는 명반응이, (　　)에서는 명반응 산물인 ATP, (　　)를 이용하여 포도당을 합성하는 암반응이 일어난다.

22

6067-0102

그림 (가)는 암실에 두었던 어떤 식물 세포에 CO_2를 공급하면서 빛을 비추었을 때 시간에 따른 스트로마의 pH를, (나)는 엽록체의 구조를 나타낸 것이다.

(가)　(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 구간 Ⅰ에서는 ㉠에서 NADPH의 산화가 일어난다.
ㄴ. t_1 시점일 때 ㉡에서 G3P(PGAL)가 6탄당 인산(포도당 인산)으로 전환된다.
ㄷ. 구간 Ⅰ에서 ㉠에서 ㉡으로의 H^+의 이동은 능동 수송에 의해 일어난다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

22

엽록체에 빛을 비추면 H^+이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되므로 틸라코이드 내부의 pH는 (낮아, 높아)지고, 스트로마의 pH는 (낮아, 높아)진다.

정답

21 그라나(틸라코이드 막), 스트로마, NADPH
22 낮아, 높아

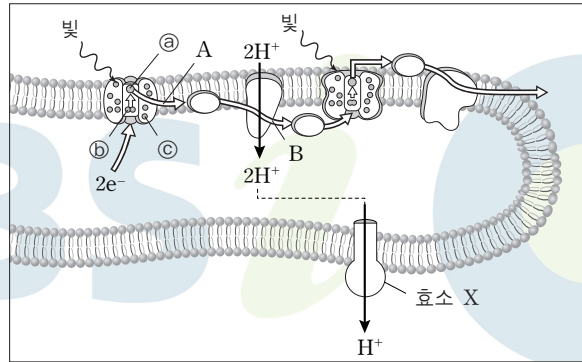
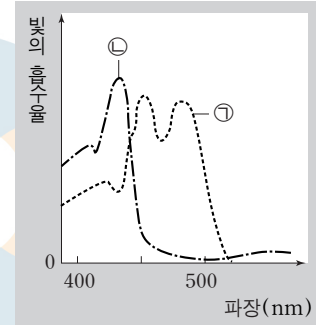
23

광계에서 빛에너지에 의해 방출된 (　　) 색소의 고에너지 전자는 전자 수용체로 전달되며, 전자 전달계에 전달된 고에너지 전자는 (　　) 반응을 거치면서 이동하는 과정에서 에너지를 방출한다.

23

6067-0103

그림 (가)는 엽록체의 틸라코이드에서 일어나는 광합성 과정의 일부를, (나)는 광합성 색소 ㉠과 ㉡의 흡수 스펙트럼 중 일부 파장 영역만을 나타낸 것이다. ⓐ~ⓒ는 각각 전자 수용체, ㉠, ㉡ 중 하나이며, ㉠과 ㉡은 각각 엽록소 a와 카로티노이드 중 하나이다.

(가)　　(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓑ는 ⓒ보다 파장이 450 nm인 빛을 잘 흡수한다.
ㄴ. A보다 B 지점에 있을 때 전자의 에너지양이 적다.
ㄷ. 효소 X가 틸라코이드 내부에서 밖으로 H^+을 이동시키는 데 ATP가 소모된다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

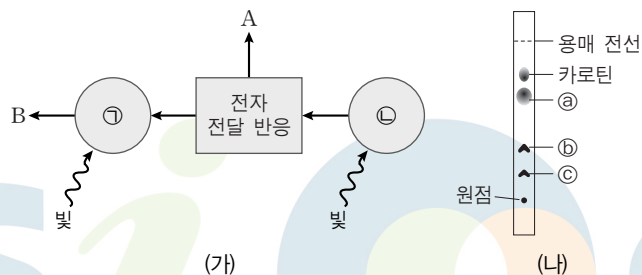
24

식물의 광합성 색소를 크로마토그래피법으로 분리하면 전개율은 카로틴 > (　　) > (　　) > (　　)의 순서이다.

24

6067-0104

그림 (가)는 틸라코이드 막에서 일어나는 과정의 일부를, (나)는 시금치 잎의 색소를 종이 크로마토그래피법으로 분리한 결과이다. ㉠과 ㉡은 각각 광계 Ⅰ과 Ⅱ 중 하나이고, A와 B는 캘빈 회로에 이용되는 명반응 산물이며, ⓐ~ⓒ는 각각 엽록소 a, 엽록소 b, 잔토필 중 하나이다.

(가)　　(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나)에서 사용된 용매는 톨루엔이다.)

보기

ㄱ. 녹조류는 ⓑ를 갖는다.
ㄴ. ㉠과 ㉡의 반응 중심 색소는 전개율이 같다.
ㄷ. 캘빈 회로에서 3분자의 CO_2가 고정된 다음 생성된 3PG(PGA)로부터 RuBP가 재생되는 데 필요한 $\frac{\text{A의 분자 수}}{\text{B의 분자 수}}$는 $\frac{3}{2}$이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

23 반응 중심, 산화 환원
24 잔토필, 엽록소 a, 엽록소 b

25

6067-0105

그림은 암반응 과정의 일부를, 표는 그림의 암반응에서 6분자의 CO_2가 고정될 때 물질 ⓐ~ⓒ의 분자 수와 1분자당 탄소 수를 나타낸 것이다. A~C는 각각 RuBP, 3PG(PGA), G3P(PGAL) 중 하나이며, ⓐ~ⓒ는 각각 A~C 중 하나이다.

구분	ⓐ	ⓑ	ⓒ
분자 수	6	12	?
1분자당 탄소 수	5	?	3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 과정 ㉠에서 $NADP^+$가 생성된다.
ㄴ. 틸라코이드 막에서 일어나는 전자 전달 과정이 중단되면 ⓐ의 양은 증가한다.
ㄷ. $\dfrac{\text{ⓒ의 분자 수}}{\text{1분자당 ⓑ의 탄소 수}}$의 값은 4이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

26

6067-0106

그림 (가)와 (나)는 엽록체와 미토콘드리아에서 일어나는 전자 전달 과정의 일부를 순서 없이 나타낸 것이고, 표는 물질 ㉠~㉣과 물질 ⓐ~ⓓ를 순서 없이 나타낸 것이다.

㉠~㉣, ⓐ~ⓓ
$\frac{1}{2}O_2$
H_2O
NAD^+
NADH
$NADP^+$
NADPH

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. Ⅰ에서 TCA 회로가 진행된다.
ㄴ. Ⅱ에서 RuBP가 3PG(PGA)로 전환되는 과정에 ⓓ가 사용된다.
ㄷ. (가)에서는 ㉠이, (나)에서는 ⓐ가 전자 공여체이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

25
암반응에서 $6CO_2$가 고정될 때 (　　)분자의 G3P(PGAL)가 생성되며, 이 중 (　　)분자는 포도당 합성에, 10분자는 (　　)의 재생에 사용된다.

26
(　　)에서는 전자 전달계에 전자를 제공하는 반응과 최종적으로 전자를 받는 반응이 동일한 곳에서 일어나며, (　　)에서는 막을 경계로 서로 다른 곳에서 일어난다.

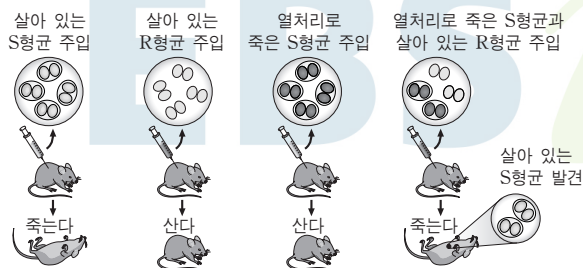
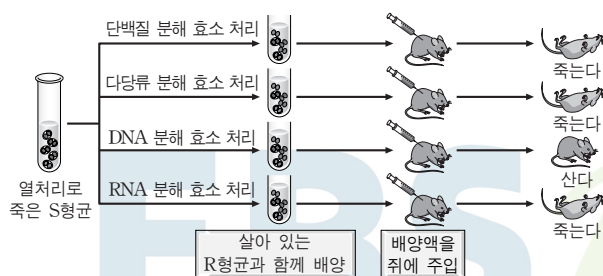
정답
25 12, 2, RuBP
26 미토콘드리아, 엽록체

THEME

07 유전 물질

1 DNA가 유전 물질이라는 증거

(1) 폐렴 쌍구균의 형질 전환 실험

① 그리피스의 실험 : 죽은 S형균의 어떤 물질이 R형균을 S형균으로 전환시킨다.

② 에이버리의 실험 : R형균을 S형균으로 형질 전환시킨 물질은 DNA이다.

(2) 허시와 체이스의 박테리오파지 증식 실험 : 파지의 DNA만 대장균으로 들어가 증식이 되므로 유전 물질은 DNA이다.

2 DNA의 구조와 복제 원리

(1) DNA와 RNA의 비교

핵산	5탄당	염기	분자 구조	기능
DNA	디옥시리보스	A, G, C, T	2중 나선	유전자의 본체
RNA	리보스	A, G, C, U	단일 가닥	유전 정보 전달, 단백질 합성에 관여

(2) DNA의 분자 구조

① 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 나선형으로 꼬인 2중 나선 구조를 이룬다.

② 당과 인산은 DNA 분자의 바깥쪽 골격을 이루며, 염기쌍은 안쪽에 배열되어 있다.

③ 퓨린 계열 염기(A, G)와 피리미딘 계열 염기(C, T)가 상보적으로 결합한다(A은 T과 결합, G은 C과 결합).

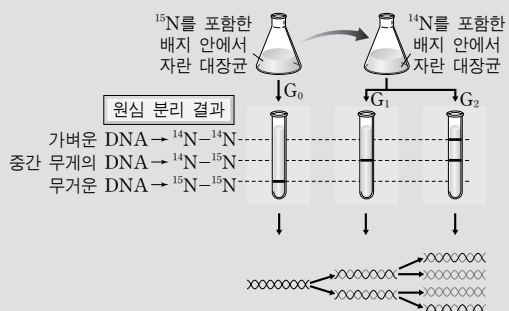
④ A과 T은 2개의 수소 결합(A ═ T)을, G과 C은 3개의 수소 결합(G ≡ C)을 형성한다.

(3) DNA 복제

① DNA의 2중 나선 구조가 풀리면 2개의 가닥을 각각 주형으로 하여 새로운 가닥이 상보적으로 합성된다.

② 새로 형성된 DNA 2중 나선의 두 가닥 중 하나는 원래의 주형 가닥이고, 나머지는 새로 합성된 가닥이다. → 반보존적 복제

③ DNA 중합 효소는 DNA 가닥의 3′ 말단에만 뉴클레오타이드를 첨가하므로, DNA의 선도 가닥에서는 합성이 연속적으로 진행되지만 지연 가닥에서는 작은 조각 형태로 합성이 진행된다. 합성된 DNA 조각은 DNA 연결 효소에 의해 연결된다.

자료 분석 특강 | DNA의 반보존적 복제 실험(메셀슨과 스탈의 실험)

- 실험 과정

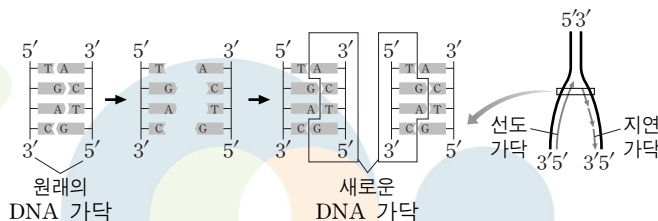
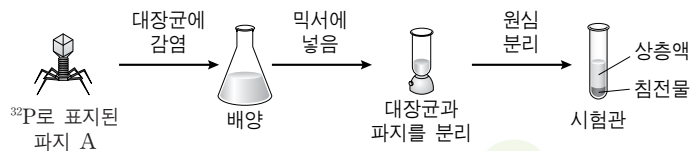
① ^{15}N가 들어 있는 배양액에서 대장균을 여러 세대 배양하여 ^{15}N로 표지된 DNA만 갖는 대장균(G_0)을 얻는다.

② G_0 세대의 대장균을 ^{14}N가 들어 있는 배양액으로 옮긴 후 한 번 분열시켜 G_1을 얻고, 한 번 더 분열시켜 G_2를 얻는다.

③ 각 세대의 대장균으로부터 DNA를 추출한 후 원심 분리한다.

- 결론 : 새로 만들어진 DNA의 두 가닥 중 하나는 원래의 가닥이며, 다른 하나는 새로 합성된 것이다. → DNA는 반보존적 복제를 한다.

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

그림은 허시와 체이스의 실험 일부를 나타낸 것이다. 시험관의 상층액과 침전물 중 한 곳에서 방사능이 검출되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 파지 A에서 ^{32}P로 표지된 것은 단백질이다.
ㄴ. 시험관의 침전물에서 방사능이 검출되었다.
ㄷ. 원심 분리는 파지의 단백질 껍질을 침전시키기 위한 과정이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
허시와 체이스가 유전 물질로 가정한 물질이 무엇인지 이해하고, 파지에서 대장균으로 전달되는 물질을 분석하기 위한 방법이 무엇인지 파악하여야 한다.

간략 풀이 |
파지의 단백질에는 있고 DNA에는 없는 원소는 황(S)이고, DNA에는 있고 단백질에는 없는 원소는 인(P)이다. 파지에서 대장균으로 전달되는 물질은 DNA이다.

ㄱ. ^{32}P으로 표지된 것은 단백질이 아닌 DNA이다.
ㄴ. 시험관의 침전물에는 대장균이, 상층액에는 파지의 껍질이 존재한다. ^{32}P으로 표지된 파지의 DNA가 대장균으로 전달되었으므로 시험관의 침전물에서 방사능이 검출된다.
ㄷ. 파지의 단백질 껍질은 대장균에 비해 가벼우므로 원심 분리를 하였을 때 상층액에 존재하며, 무거운 대장균은 침전물에 존재한다.

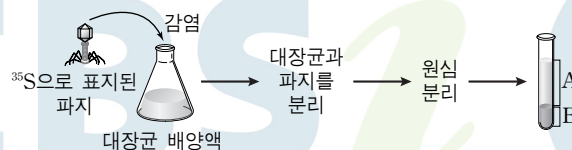
정답 | ②

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 22쪽

6067-0107

그림은 허시와 체이스의 실험 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 침전물과 상층액 중 하나이며, A와 B 중 한 곳에서만 방사선이 검출되었다.

감염
^{35}S으로 표지된 파지
대장균 배양액
대장균과 파지를 분리
원심 분리
A
B

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ^{35}S으로 표지된 것은 파지의 단백질이다.
ㄴ. A에는 파지에 감염되지 않은 대장균이, B에는 파지에 감염된 대장균이 존재한다.
ㄷ. B의 대장균으로부터 나온 파지에서 방사선이 검출된다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제는 허시와 체이스의 실험 중 ^{32}P을 이용한 과정에 대해 묻고 있고, 닮은 꼴 문제에서는 ^{35}S을 이용한 과정에 대해 묻고 있다.

배경 지식 |
- 방사성 동위 원소로 표지한 후 방사선을 검출하여 물질의 이동 경로를 밝히는 방법을 자기 방사법이라고 한다.
- 파지는 증식을 위해 숙주인 대장균에 자신의 DNA를 주입한다.
- 원심 분리를 하면 가벼운 물질은 상층액으로, 무거운 물질은 침전물로 분리된다.

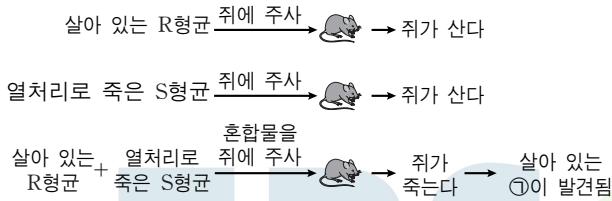
01

▶ 6067-0108

그림은 그리피스가 수행한 실험의 일부를 나타낸 것이다.

살아 있는 R형균 —쥐에 주사→ 쥐 → 쥐가 산다

열처리로 죽은 S형균 —쥐에 주사→ 쥐 → 쥐가 산다

살아 있는 R형균 + 열처리로 죽은 S형균 —혼합물을 쥐에 주사→ 쥐 → 쥐가 죽는다 → 살아 있는 ㉠이 발견됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. S형균은 ㉠에 해당한다.
ㄴ. R형균에는 피막(협막)이 있다.
ㄷ. S형균을 열처리하면 S형균의 DNA가 모두 분해된다.

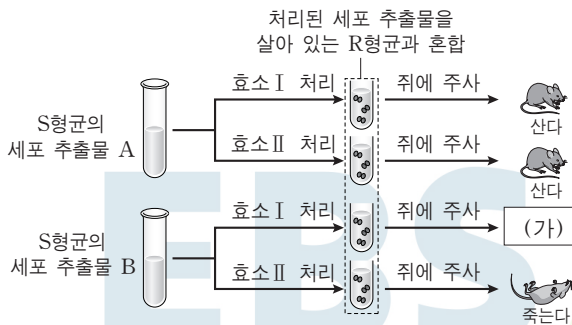
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0109

그림은 폐렴 쌍구균을 이용한 실험을 나타낸 것이다. 세포 추출물 A와 B는 각각 단백질과 DNA 중 하나이며, 효소 Ⅰ과 Ⅱ는 각각 단백질 분해 효소와 DNA 분해 효소 중 하나이다.

처리된 세포 추출물을 살아 있는 R형균과 혼합

S형균의 세포 추출물 A — 효소Ⅰ 처리 → 쥐에 주사 → 산다
S형균의 세포 추출물 A — 효소Ⅱ 처리 → 쥐에 주사 → 산다
S형균의 세포 추출물 B — 효소Ⅰ 처리 → 쥐에 주사 → (가)
S형균의 세포 추출물 B — 효소Ⅱ 처리 → 쥐에 주사 → 죽는다

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

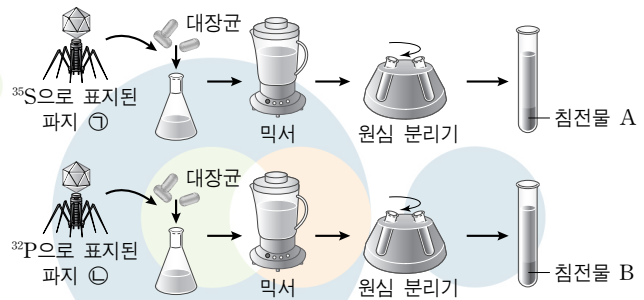
보기

ㄱ. (가)는 '죽는다.'이다.
ㄴ. A는 효소 Ⅱ에 의해 분해된다.
ㄷ. B와 살아 있는 R형균을 혼합하면 형질 전환이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0110

그림은 박테리오파지를 이용한 허시와 체이스의 실험을 나타낸 것이다. 침전물 A와 B 중 한 곳에서 방사선이 검출되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

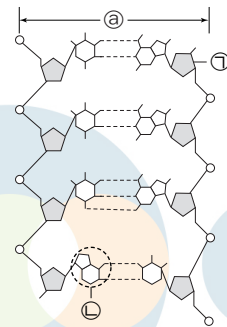
보기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 DNA가 표지된 파지이다.
ㄴ. A에서 방사선이 검출된다.
ㄷ. B에는 파지의 DNA를 가지는 대장균이 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶ 6067-0111

그림은 DNA의 구조를 나타낸 것이다. ㉠은 당이고, ㉡은 염기이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

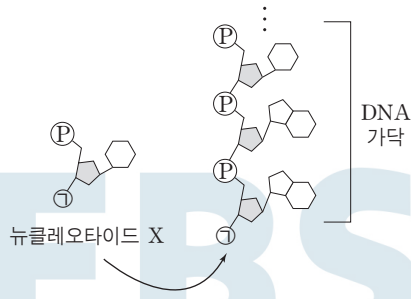
보기

ㄱ. 하나의 DNA에서 ⓐ의 길이는 일정하다.
ㄴ. ㉠은 리보스이다.
ㄷ. ㉡은 티민(T)과 염기쌍을 형성한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0112

그림은 DNA 가닥에 뉴클레오타이드 X가 첨가되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠은 수산기($-OH$)와 수소($-H$) 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, ㉠은 당의 3번 탄소와 결합을 이루고 있다.)

보기

ㄱ. ㉠은 수산기($-OH$)이다.
ㄴ. X에 퓨린 계열 염기가 존재한다.
ㄷ. X는 DNA 가닥의 5′ 말단에 결합한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0113

표는 단일 가닥 DNA Ⅰ~Ⅳ의 염기 조성을 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅳ는 각각 2개의 2중 가닥 DNA를 구성하는 단일 가닥이다.

구분	염기 조성(%)			
	A	G	T	C
Ⅰ	18	?	11	㉢
Ⅱ	㉠	18	?	40
Ⅲ	?	㉡	26	18
Ⅳ	?	31	18	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

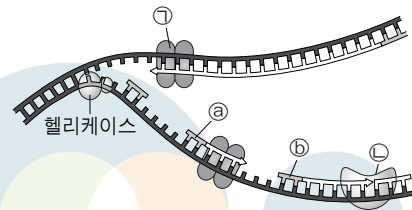
보기

ㄱ. 가닥 Ⅰ에는 디옥시리보스가 존재한다.
ㄴ. 가닥 Ⅱ와 Ⅳ의 염기 서열은 서로 상보적이다.
ㄷ. ㉠+㉡+㉢=97이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

6067-0114

그림은 DNA가 복제되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 DNA 연결 효소와 DNA 중합 효소 중 하나이며, ⓐ와 ⓑ는 프라이머이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓑ는 ⓐ보다 먼저 합성되었다.
ㄴ. ㉠은 DNA를 5′→3′ 방향으로 합성한다.
ㄷ. ㉡은 DNA 조각을 서로 연결한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6067-0115

다음은 브로콜리에서 DNA를 추출하는 실험이다.

(가) 브로콜리를 막자사발에 넣고 으깬다.
(나) (가)의 막자사발에 ㉠ 소금-세제액을 넣고 10분 동안 둔다.
(다) (나)의 혼합액을 거름종이로 거른다.
(라) (다)에서 거름종이를 통과한 용액에 천천히 알코올을 첨가한다.
(마) ㉡ 하얀색으로 뭉쳐진 물질을 유리 막대로 감아올린다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 핵막을 녹이기 위해 사용한다.
ㄴ. (다)에서 DNA는 모두 거름종이 위에 남는다.
ㄷ. ㉡에는 브로콜리의 DNA가 존재한다.

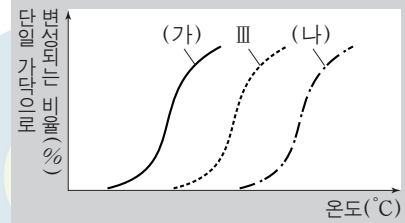
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

09
아데닌(A)과 티민(T) 사이에서 (　　)개의 수소 결합이, 구아닌(G)과 사이토신(C) 사이에서 (　　)개의 수소 결합이 형성된다.

09

6067-0116

표는 2중 가닥 DNA Ⅰ~Ⅲ의 염기 조성을, 그림은 각 DNA가 주변 온도에 따라 단일 가닥으로 변성되는 비율을 나타낸 것이다. 2중 가닥 DNA는 염기 사이에 수소 결합이 많을수록 더 높은 온도에서 단일 가닥으로 분리된다. (가)와 (나)는 각각 가닥 Ⅰ과 Ⅱ 중 하나이며, Ⅰ~Ⅲ의 길이는 모두 같다.

구분	염기 조성(%)			
	A	G	T	C
Ⅰ	?	17	?	㉠
Ⅱ	㉡	?	?	33
Ⅲ	25	㉢	?	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 Ⅰ, (나)는 Ⅱ이다.
ㄴ. ㉠+㉡+㉢=59이다.
ㄷ. 염기쌍 사이에 존재하는 수소 결합의 수는 Ⅰ이 Ⅱ보다 많다.

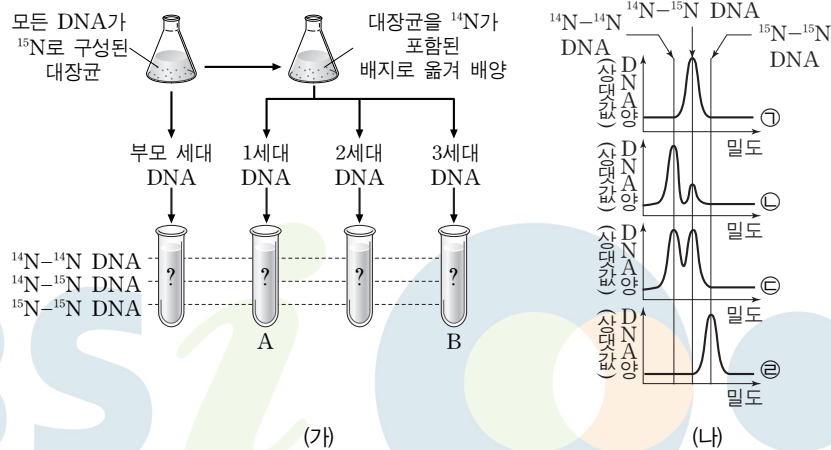
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

10
메셀슨과 스탈은 기존 DNA와 새롭게 합성된 DNA를 구분하기 위해 (　　)를 이용한 실험으로 DNA 복제가 (　　)으로 일어난다는 것을 증명하였다.

10

6067-0117

그림 (가)는 대장균의 DNA를 세대별로 추출하여 원심 분리하는 실험을 나타낸 것이며, (나)는 각 세대 DNA를 원심 분리한 결과를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 세대별 DNA 원심 분리 결과 중 하나이다.

(가)　(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. A는 ㉠, B는 ㉡이다.
ㄴ. 세대가 거듭될수록 DNA의 GC 염기쌍의 비율은 증가한다.
ㄷ. 실험 결과를 통해 DNA가 보존적으로 복제되는 것을 알 수 있다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

09 2, 3
10 동위 원소, 반보존적

11

6067-0118

그림은 허시와 체이스의 실험 과정을, 표는 시험관의 상층액과 침전물에서 방사선 검출 여부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 ^{35}S과 ^{32}P 중 하나이다.

구분	방사선
A	검출 안 됨
B	검출됨
C	검출됨
D	검출 안 됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 ^{35}S, ㉡은 ^{32}P이다.
ㄴ. 파지에서 대장균으로 전달된 물질은 인(P)을 포함한다.
ㄷ. B를 배양한 후 배양한 대장균에서 얻은 모든 파지에서는 방사선이 검출되지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0119

다음은 DNA 복제와 관련된 실험이다. G_0에서 아데닌(A)의 비율은 전체 염기의 20 %이다.

[실험 과정]
(가) DNA의 질소가 모두 ^{15}N인 대장균(G_0)을 ^{14}N가 포함된 배지에서 배양하여 1세대(G_1)부터 3세대(G_3)까지의 대장균을 얻는다.
(나) 3세대 대장균(G_3)을 ^{15}N가 포함된 배지로 옮겨 배양하여 4세대(G_4)를 얻는다.
(다) G_1~G_4의 DNA를 추출하여 단일 가닥으로 변성시킨 후 원심 분리한다.

[실험 결과]

대장균	G_1	G_2	G_3	G_4
$\frac{^{14}N \text{ 단일 가닥의 수}}{^{15}N \text{ 단일 가닥의 수}}$	1	㉠	㉡	㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠+㉡=10이다.
ㄴ. ㉢은 $\frac{7}{9}$이다.
ㄷ. G_4의 ^{14}N 단일 가닥에서 $\frac{G+C}{A+T}$는 1.5이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11
허시와 체이스는 파지에서 대장균으로 전달된 물질을 분석하기 위해 방사성 동위원소를 이용한 ( )을 이용하였다.

12
2중 나선 DNA에서는 아데닌(A)의 비율과 ( )의 비율이 같고 구아닌(G)의 비율과 ( )의 비율이 같다.

정답
11 자기 방사법
12 티민(T), 사이토신(C)

THEME

08 유전자의 발현

1 유전자와 형질 발현

(1) **유전자 :** 폴리펩타이드와 RNA를 만드는 데 이용되는 DNA의 특정 염기 서열로, 부모로부터 자손에게 물려지는 유전 정보의 단위를 유전자라고 한다.

(2) **형질 발현 :** 유전자를 활용해 폴리펩타이드를 합성하고, 합성된 폴리펩타이드에 의해 생물의 형질이 드러나는 것을 형질 발현이라고 한다.

(3) **1유전자 1효소설 :** 비들과 테이텀은 다양한 붉은빵곰팡이 돌연변이 균주의 대사 과정을 연구한 끝에 하나의 유전자에 생기는 돌연변이가 특정한 대사 과정에 영향을 준다는 것을 알아냈다. 그리고 이를 토대로 하나의 유전자는 특정한 대사 과정에 관여하는 한 가지 효소에 대한 정보를 가진다는 1유전자 1효소설을 주장하였다.

2 유전 정보의 발현 과정

(1) **유전 암호**

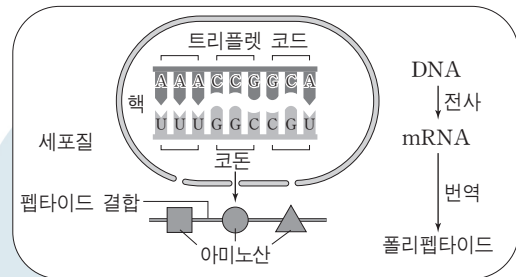
① 유전 암호 : 폴리펩타이드의 아미노산 서열을 결정하는 정보(암호)로서 DNA의 특정 염기 서열이다.

② 트리플렛 코드 : 폴리펩타이드 합성에 필요한 20가지 아미노산을 지정하는 유전 암호는 뉴클레오타이드 3개의 조합으로 구성된다. 이를 트리플렛 코드라고 한다.

③ 코돈 : mRNA에서 아미노산에 대한 정보를 담고 있는 3개의 뉴클레오타이드 조합을 코돈이라고 한다.

(2) **유전 정보의 중심 원리 :** DNA의 유전 정보는 전사를 통해 mRNA로 전달되고, 단백질을 합성(번역)하는 데 이용된다.

① 전사 : 유전자로부터 RNA가 만들어지는 과정으로, 진핵생물은 핵 내부에서, 원핵생물은 세포질에서 일어난다.

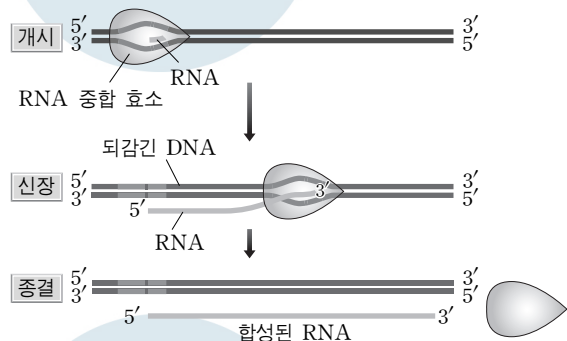
② 번역 : mRNA의 유전 암호에 따라 폴리펩타이드가 합성되는 과정이며, 세포질에서 일어난다.

▲ 진핵생물의 유전 정보 흐름

3 전사

(1) **개시 :** RNA 중합 효소가 프로모터 부위에 결합하고 DNA 2중 나선의 수소 결합을 끊어 RNA 합성을 시작한다.

(2) **신장 :** RNA 중합 효소가 DNA를 따라 이동하면서 2중 나선을 풀고, DNA의 주형 가닥에 상보적인 RNA 뉴클레오타이드를 연결시켜 RNA 가닥을 합성한다. 합성되는 RNA 가닥의 3′ 말단에 새로운 뉴클레오타이드를 첨가하므로 5′ 말단에서 3′ 말단 방향으로 RNA 가닥이 합성(신장)된다. 이후 풀린 DNA는 되감긴다.

(3) **종결 :** RNA 중합 효소가 DNA로부터 떨어져 나오고, 생성된 RNA가 분리된다.

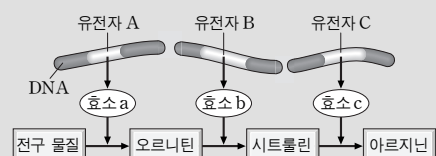
(4) **RNA 가공 :** 진핵세포에서는 처음 전사된 RNA 중 폴리펩타이드 정보를 가진 엑손 부위만 남고 정보가 없는 인트론 부위는 제거된다.

▲ 전사 과정

자료 분석 특강 | 비들과 테이텀의 실험

종류 \ 배지		최소 배지	최소 배지 + 오르니틴	최소 배지 + 시트룰린	최소 배지 + 아르지닌
야생형		자람	자람	자람	자람
돌연변이주	Ⅰ형		자람	자람	자람
돌연변이주	Ⅱ형			자람	자람
돌연변이주	Ⅲ형				자람

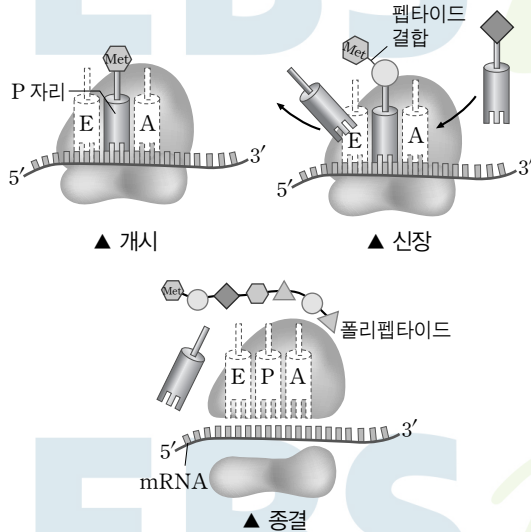
• 붉은빵곰팡이는 단상(n)의 핵을 지니고 있으므로 발생한 돌연변이는 우열에 관계없이 표현형으로 나타난다.

• 돌연변이주와 생장에 필요한 물질에 대한 조사 결과, 각각의 돌연변이주는 단일 유전자에 이상이 있음을 밝혀, 하나의 유전자가 하나의 효소 합성에 관여한다는 1유전자 1효소설을 주장하였다.

• 1유전자 1효소설은 이후 1유전자 1단백질설, 1유전자 1폴리펩타이드설로 개념이 더 발전되었다.

4 번역

(1) **개시** : mRNA가 리보솜 소단위체에 결합하고 개시 tRNA가 개시 코돈(AUG)과 결합한다. 이후 리보솜 대단위체가 결합하여 폴리펩타이드 합성이 시작된다.

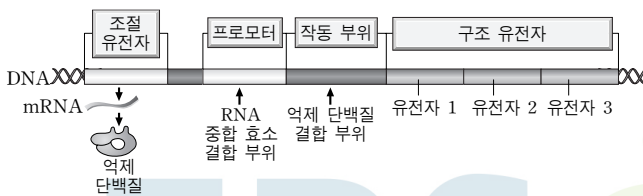
(2) **신장** : 새로운 tRNA가 A 자리에 아미노산을 공급하면 리보솜이 기존 폴리펩타이드 사슬에 새로운 아미노산을 연결하면서 폴리펩타이드가 신장된다.

(3) **종결** : A 자리에 종결 코돈(UAA, UAG, UGA)이 오면 폴리펩타이드 합성은 완료된다.

5 원핵생물의 유전자 발현 조절

(1) **오페론** : 프로모터, 작동 부위, 구조 유전자로 구성된다.

① 프로모터 : RNA 중합 효소가 결합하는 특정 DNA 영역

② 작동 부위 : 억제 단백질이 결합하는 부위

③ 구조 유전자 : 특정 기능을 수행하는 데 필요한 단백질에 대한 유전 정보를 가진 유전자 집단

(2) **젖당 오페론**

① 조절 유전자 발현 : 젖당 오페론의 조절 유전자는 항상 일정 수준으로 억제 단백질을 생산한다.

② 젖당이 없을 때 : 억제 단백질이 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합할 수 없다. 구조 유전자의 전사를 억제함으로써 불필요한 발현을 막는다.

③ 젖당이 있을 때(포도당 없음) : 억제 단백질이 젖당과 결합한 뒤 비활성화되어 작동 부위에 결합하지 못한다. 구조 유전자가 발현되어 젖당 대사에 필요한 단백질을 합성한다.

6 진핵생물의 유전자 발현 조절

(1) **특징** : 진핵생물의 유전자 발현 조절은 원핵생물에 비해 매우 복잡하다. 전사, RNA 가공 및 수송 과정, 번역, 단백질 변형 과정 등 여러 단계에서 조절이 이루어진다.

(2) **전사 조절**

① 전사 인자 : 특정 DNA 염기 서열과 결합하여 전사를 촉진하거나 억제함으로써 유전자 발현을 조절하는 단백질을 전사 인자라 한다.

② 조절 유전자 : 전사 인자를 암호화하는 유전자로, 발현되면 다른 유전자의 발현을 촉진하거나 억제한다.

(3) **RNA 가공(전사 후 조절)**

① RNA 중합 효소에 의해 처음 전사된 RNA는 여러 가지 가공을 거쳐야 번역에 이용될 수 있다.

② 인트론 제거 : 처음 전사된 RNA에서 단백질 정보를 가진 엑손 부위만 남기고 정보가 없는 인트론 부위는 제거된다.

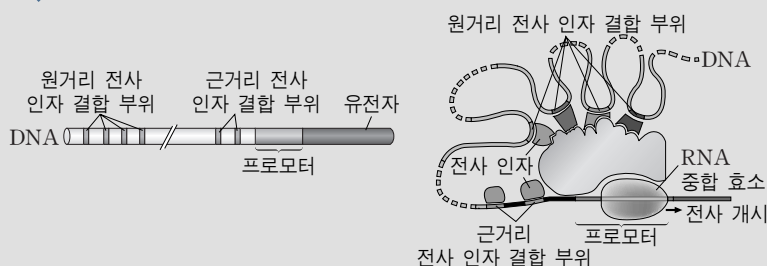
7 세포 분화와 유전자 발현

① 분화된 세포도 초기 수정란의 모든 유전자를 그대로 보유한다.

② 각 세포가 저마다 다른 구조와 기능을 가지는 것은 각 세포가 발현하는 유전자의 종류가 다르기 때문이다.

③ 분화 과정에서 특정 유전자만 발현되는 것은 이전에 발현된 조절 유전자에 의해 발현이 조절되기 때문이다.

예 *MyoD* 유전자 발현을 통해 미분화 세포가 근육 세포로 분화

자료 분석 특강 | 진핵생물의 유전자 발현 조절

• 진핵생물의 프로모터 주변에는 여러 전사 인자 결합 부위가 있으며 여기에 결합된 전사 인자들이 전사를 촉진하거나 억제한다.

• 여러 전사 촉진 인자와 전사 억제 인자의 상호 작용으로 유전자의 발현이 조절되며 이로 인해 다양한 세포의 특성이 발현된다.

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
억제 단백질과 젖당(젖당 유도체)의 결합, 젖당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 야생형과 다르게 나타나는 것을 통해 Ⅰ과 Ⅱ에서 결실된 부위를 알아낼 수 있다.

간략 풀이 |
돌연변이 대장균 Ⅰ에서 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 일어나지 않았으므로, Ⅰ은 프로모터가 결실된 대장균이고 Ⅱ는 조절 유전자가 결실된 대장균이다.

ㄱ. Ⅰ은 프로모터만 결실되었으므로 조절 유전자에서 억제 단백질은 정상적으로 생성된다.
ㄴ. Ⅱ는 조절 유전자가 결실되어 억제 단백질만 생성되지 않으므로 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 젖당 분해 효소를 생성한다.
ㄷ. 젖당 분해 효소의 아미노산 서열은 구조 유전자에 암호화되어 있다.

정답 | ③

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

다음은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균에 대한 자료이다.

- 대장균 Ⅰ과 Ⅱ는 각각 젖당 오페론의 프로모터가 결실된 돌연변이와 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이 중 하나이다.
- 표는 야생형 대장균, Ⅰ, Ⅱ를 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 각각 배양할 때, 조절 유전자로부터 발현되는 억제 단백질과 젖당(젖당 유도체)의 결합, 젖당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합에 대한 자료이다.

구분	억제 단백질과 젖당(젖당 유도체)의 결합	프로모터와 RNA 중합 효소의 결합
야생형	○	○
Ⅰ	?	×
Ⅱ	×	○

(○ : 결합함, × : 결합 못함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. Ⅰ은 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 젖당 오페론을 조절하는 억제 단백질을 생성한다.
ㄴ. Ⅱ는 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 젖당 분해 효소를 생성한다.
ㄷ. 젖당 분해 효소의 아미노산 서열은 프로모터에 암호화되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제에서 제시된 돌연변이 대장균은 각각 조절 유전자와 프로모터가 결실된 대장균이지만 닮은 꼴 문제에서 제시된 돌연변이 대장균은 각각 조절 유전자와 작동 부위가 결실된 대장균이다. 또한 대표 문제에서는 배양하였을 때 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합 여부를 자료로 제시하였으나 닮은 꼴 문제에서는 젖당 분해 효소의 합성 여부를 제시하였다.

배경 지식 |
- 오페론은 여러 유전자가 하나의 조절 요소에 의해 함께 조절되는 방식이다.
- 젖당 대사에 관련된 단백질을 암호화하는 유전자들은 조절 유전자에서 발현된 억제 단백질에 의해 조절된다.
- 대장균은 젖당 오페론을 가지고 있어 젖당 분해 효소가 필요한 경우에만 합성된다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 24쪽

▶ 6067-0120

다음은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균에 대한 자료이다.

- 대장균 Ⅰ과 Ⅱ는 각각 젖당 오페론의 작동 부위의 일부가 결실된 돌연변이와 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이 중 하나이다.
- 표는 야생형 대장균, Ⅰ, Ⅱ를 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 각각 배양할 때, 억제 단백질과 젖당(젖당 유도체)의 결합 여부와 젖당 분해 효소 합성 여부를 나타낸 것이다.

구분	억제 단백질과 젖당(젖당 유도체)의 결합	젖당 분해 효소 합성
야생형	결합함	합성함
Ⅰ	결합 안 함	합성함
Ⅱ	결합함	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Ⅰ과 Ⅱ에서 프로모터는 정상이며, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

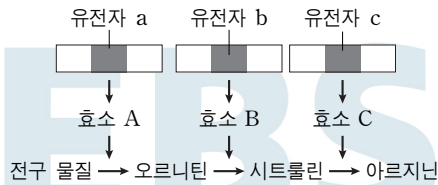
보기

ㄱ. 젖당(젖당 유도체)과 결합한 억제 단백질은 작동 부위에 결합한다.
ㄴ. 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 Ⅰ은 억제 단백질을 생성한다.
ㄷ. 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 Ⅱ는 젖당 분해 효소를 합성한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

6067-0121

그림은 야생형 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을 나타낸 것이다. 유전자 a~c 중 하나만 이상이 생긴 돌연변이주 X에서는 전구 물질로부터 오르니틴은 합성되지만 시트룰린은 합성되지 않는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

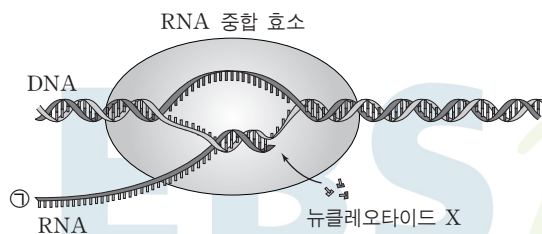
보기

ㄱ. 효소의 아미노산 서열은 유전자에 암호화되어 있다.
ㄴ. X는 유전자 c에 이상이 생긴 돌연변이주이다.
ㄷ. 시트룰린이 첨가된 최소 배지에서 X를 배양하면 X에서 아르지닌이 합성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0122

그림은 전사가 일어나는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

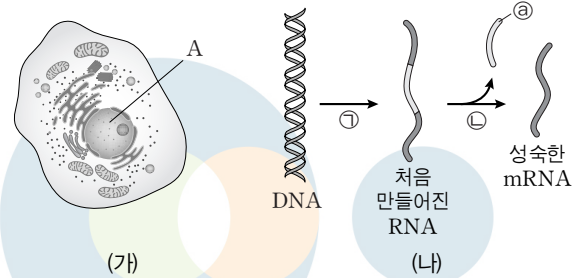
보기

ㄱ. ㉠은 RNA의 5′ 말단이다.
ㄴ. 뉴클레오타이드 X에는 리보스가 존재한다.
ㄷ. RNA 중합 효소는 DNA의 프로모터에 결합한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0123

그림 (가)는 동물 세포의 구조를, (나)는 이 세포에서 일어나는 유전 정보의 흐름 중 일부를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

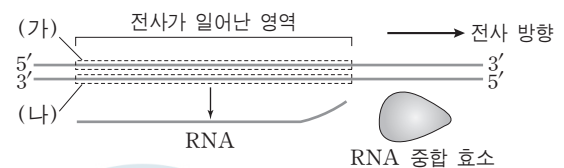
보기

ㄱ. ㉠은 A에서 일어난다.
ㄴ. ㉡ 과정에는 리보솜이 관여한다.
ㄷ. ⓐ에는 RNA 중합 효소가 결합하는 프로모터가 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

6067-0124

그림은 전사가 일어난 과정을, 표는 핵산 가닥 Ⅰ~Ⅲ의 염기 조성을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 전사가 일어난 영역의 단일 가닥 DNA이며, Ⅰ~Ⅲ은 각각 (가), (나), RNA 중 하나이다.

구분	염기 조성(%)				
	A	G	T	C	U
Ⅰ	23	30	0	㉢	29
Ⅱ	㉠	18	23	30	0
Ⅲ	23	㉡	29	18	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

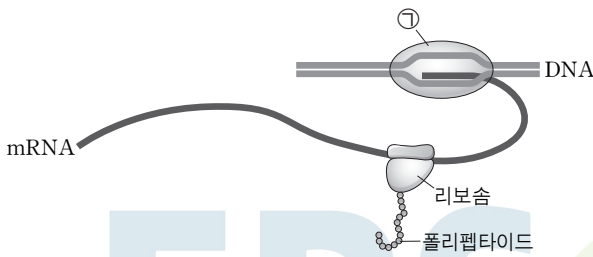
보기

ㄱ. ㉠+㉡+㉢=77이다.
ㄴ. 합성된 RNA의 주형 가닥은 (가)이다.
ㄷ. 가닥 Ⅲ은 (나)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6067-0125

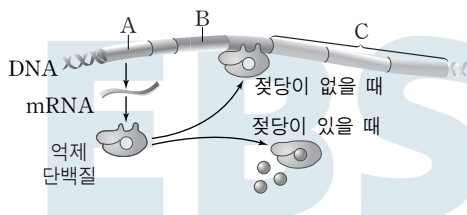
그림은 원핵세포에서 일어나는 전사와 번역을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 RNA 중합 효소이다.
ㄴ. mRNA는 세포질에서 합성된다.
ㄷ. 리보솜에서 펩타이드 결합이 형성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6067-0126

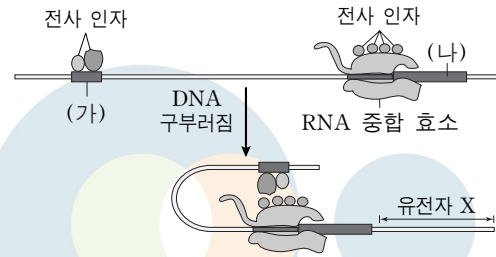
그림은 대장균의 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자와 젖당 오페론을 나타낸 것이다. A~C는 각각 구조 유전자, 조절 유전자, 프로모터 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 젖당이 없을 때는 A가 발현되지 않는다.
ㄴ. 젖당이 있을 때는 B에 RNA 중합 효소가 결합한다.
ㄷ. C에는 젖당 분해 효소의 아미노산 서열이 암호화되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶ 6067-0127

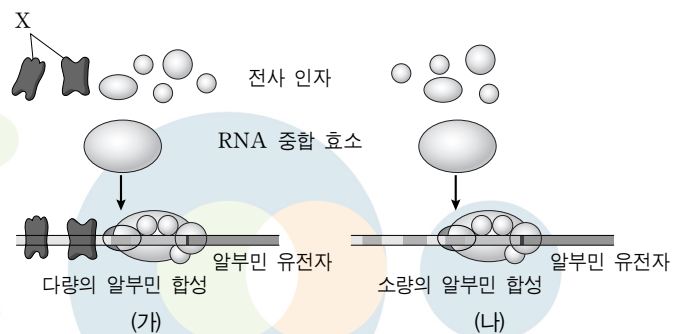
그림은 어떤 세포 ㉠에서 유전자 X의 전사가 개시되는 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 X의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 원핵세포이다.
ㄴ. (가)에는 X의 발현을 억제하는 단백질이 암호화되어 있다.
ㄷ. (나)는 X의 프로모터이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 6067-0128

그림은 서로 다른 두 세포에서 전사 인자와 RNA 중합 효소가 DNA에 결합하는 것을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 뇌세포와 간세포 중 하나이며, 간세포에서는 뇌세포에서보다 다양한 전사 인자가 합성되어 알부민 단백질이 더 많이 만들어진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 간세포, (나)는 뇌세포이다.
ㄴ. X는 알부민 유전자의 발현을 촉진한다.
ㄷ. 뇌세포에는 X를 암호화하는 유전자가 존재하지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

09

6067-0129

표는 특정 염기 서열이 반복되도록 합성된 RNA Ⅰ~Ⅲ을 인공 번역계에서 각각 번역하였을 때 합성되는 폴리펩타이드를 나타낸 것이다. (X)n은 X가 반복적으로 연결되어 있음을 의미한다.

구분	RNA	폴리펩타이드
Ⅰ	(AG)n	(Arg−Glu)n
Ⅱ	(AAG)n	(Lys)n, (Glu)n, (Arg)n
Ⅲ	(AGAC)n	(Arg−Asp−Thr−Gln)n

(Arg : 아르지닌, Glu : 글루탐산, Lys : 라이신, Asp : 아스파트산, Thr : 트레오닌, Gln : 글루타민)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. RNA에서 3개의 뉴클레오타이드가 하나의 아미노산을 암호화한다.
ㄴ. 인공 번역계에서 일어난 모든 번역은 정해진 위치에서만 시작된다.
ㄷ. AGA 코돈에 아르지닌(Arg)을 운반하는 tRNA가 결합한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6067-0130

다음은 유전자 X의 발현과 돌연변이에 관한 자료이다.

- 그림은 유전자 X가 존재하는 DNA 영역 중 한 가닥 (가)의 염기 서열을 나타낸 것이다.

(가) TTAATGGGC↓(㉠)TAAGGCGCCATAG

- 유전자 X가 발현되면 3개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드가 합성된다.
- 유전자 X′은 ㉠에 뉴클레오타이드 1개가 삽입되어 만들어진 DNA이다.
- 유전자 X′이 발현되어 합성된 폴리펩타이드는 유전자 X가 발현되어 합성된 폴리펩타이드보다 더 많은 수의 아미노산으로 이루어진다.

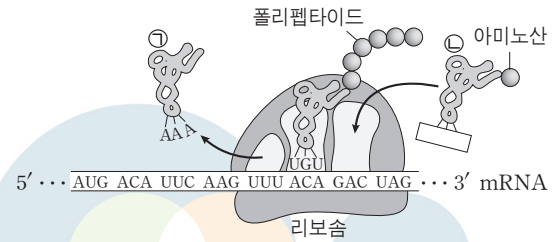
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개시 코돈은 AUG, 종결 코돈은 UGA, UAG, UAA이다.)

보기
ㄱ. (가)는 전사의 주형 가닥이다.
ㄴ. ㉠에 삽입된 뉴클레오타이드의 염기는 티민(T)이다.
ㄷ. 유전자 X′이 발현되면 6개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드가 합성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

6067-0131

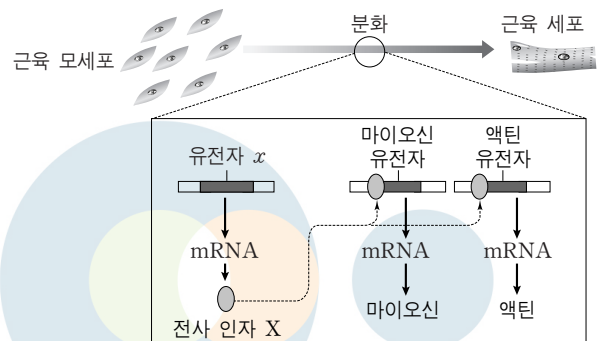
그림은 진핵세포에서 폴리펩타이드가 합성되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 tRNA이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 세포질에서 합성된다.
ㄴ. ㉡의 안티코돈은 5′−CUG−3′이다.
ㄷ. 완성된 폴리펩타이드에는 6개의 펩타이드 결합이 존재한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0132

그림은 근육 모세포에서 근육 세포로 분화되는 과정과 그 과정에서 일어나는 마이오신 유전자와 액틴 유전자의 발현 과정을 나타낸 것이다. 전사 인자 X는 마이오신 유전자와 액틴 유전자의 발현을 촉진한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

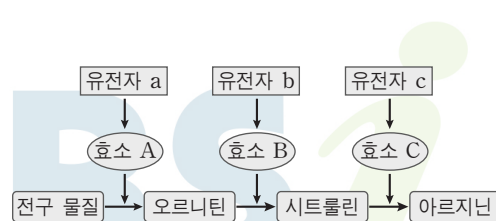
보기
ㄱ. 유전자 x는 근육 세포에만 존재한다.
ㄴ. 세포질에서 생성된 X는 핵공을 통해 핵 내부로 이동한다.
ㄷ. 하나의 전사 인자가 다수의 유전자 발현에 관여할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
효소의 ( ) 서열이 암호화되어 있는 ( )에 돌연변이가 발생하면 정상적으로 기능하는 효소를 합성하지 못할 수 있다.

13

6067-0133

그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 야생형과 돌연변이주 Ⅰ~Ⅲ을 다양한 배지에서 배양한 결과를 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅲ은 각각 유전자 a~c 중 하나에만 돌연변이가 일어났으며, 물질 X~Z는 각각 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 하나이다.

구분	최소 배지	최소 배지 + 물질 X	최소 배지 + 물질 Y	최소 배지 + 물질 Z
야생형	○	○	○	○
Ⅰ	×	○	×	×
Ⅱ	×	○	×	○
Ⅲ	×	○	○	○

(○ : 생장함, × : 생장 안 함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 효소 B의 기질은 X이다.
ㄴ. Ⅱ는 유전자 b에 돌연변이가 일어났다.
ㄷ. 물질의 합성 순서는 Y → Z → X이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
진핵세포에서 처음 만들어진 RNA는 가공 과정에서 ( )되지 않는 부위가 제거된다. 가공이 완료된 mRNA는 ( )을 통해 세포질로 빠져나가 ( )된다.

14

6067-0134

다음은 폴리펩타이드 P를 암호화하는 유전자 p의 발현에 관한 자료이다.

• 다음은 유전자 p를 포함하는 DNA의 단일 가닥 (가)의 염기 서열을 나타낸 것이다.
(가) 3′−GTCAATTACAAGGGTACAAGCGTCTCGGTAATTTTA−5′
• DNA로부터 전사되어 처음 만들어진 RNA에서 ⓐ연속된 8개의 뉴클레오타이드가 제거되면 성숙한 mRNA가 된다. 성숙한 mRNA는 3개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드 P로 번역된다.
• 처음 만들어진 RNA를 핵에서 추출하여 번역하면 폴리펩타이드 Q가 만들어진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개시 코돈은 AUG, 종결 코돈은 UGA, UAG, UAA이다.)

보기

ㄱ. (가)는 전사의 주형 가닥이다.
ㄴ. ⓐ의 5′ 말단의 염기는 사이토신(C)이다.
ㄷ. 폴리펩타이드 Q에는 8개의 아미노산이 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
13 아미노산, 유전자
14 번역, 핵공, 번역

15

6067-0135

그림은 폴리펩타이드 Ⅰ을 암호화하는 DNA 주형 가닥의 염기 서열과 폴리펩타이드 Ⅰ~Ⅲ의 아미노산 서열을, 표는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다. Ⅱ와 Ⅲ은 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나에만 1개의 뉴클레오타이드가 삽입된 DNA가 발현되어 만들어진 것이다.

㉠ ㉡

DNA 3′ − TACCTGTACACACTAACT − 5′

폴리펩타이드 Ⅰ Met − Asp − Met − Cys − (가)

폴리펩타이드 Ⅱ Met − Asp − Asn − Val

폴리펩타이드 Ⅲ Met − Asp − Met

코돈	아미노산
GUU, GUC, GUA, GUG	발린(Val)
GAU, GAC	아스파트산(Asp)
UGU, UGC	시스테인(Cys)
AAU, AAC	아스파라진(Asn)
AUG	메싸이오닌(Met)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 Asp(아스파트산)이다.
ㄴ. Ⅱ는 ㉠에 뉴클레오타이드가 삽입된 DNA가 발현되어 만들어진 것이다.
ㄷ. ㉠과 ㉡에 각각 삽입된 뉴클레오타이드의 염기는 서로 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

DNA의 일부 (　　)가 제거되거나 새로운 (　　)가 첨가되는 돌연변이가 일어나면 돌연변이가 일어나기 전에 합성된 폴리펩타이드와 다른 폴리펩타이드가 합성될 수 있다.

16

6067-0136

다음은 돌연변이 tRNA X′에 대한 자료이다.

- 돌연변이 tRNA X′은 정상 tRNA X의 안티코돈 부위의 한 염기가 다른 염기로 치환된 tRNA이며, tRNA X와 같은 아미노산을 운반한다.
- mRNA를 정상 번역계에서 번역하면 폴리펩타이드 Ⅰ이 만들어진다.
- 정상 번역계에 돌연변이 tRNA X′을 첨가한 후 mRNA를 번역하면 폴리펩타이드 Ⅰ과 Ⅱ가 모두 만들어진다.
- 표 (가)는 폴리펩타이드 Ⅰ과 Ⅱ의 아미노산 서열을, (나)는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다.

구분	아미노산 서열
Ⅰ	메싸이오닌−라이신−타이로신−아스파라진
Ⅱ	메싸이오닌−라이신−㉠−타이로신

(가)

코돈	아미노산
AUG	메싸이오닌
AAA, AAG	라이신
UAU, UAC	타이로신
AAU, AAC	아스파라진

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 타이로신이다.
ㄴ. tRNA X′은 아스파라진을 운반한다.
ㄷ. tRNA X′은 tRNA X의 안티코돈에서 U이 A으로 치환되어 만들어졌다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

(　　)는 아미노산을 운반하는 RNA이다. 이 RNA의 (　　) 부위에 염기 서열이 바뀌면 아미노산을 기존 코돈이 아닌 다른 코돈에 운반한다.

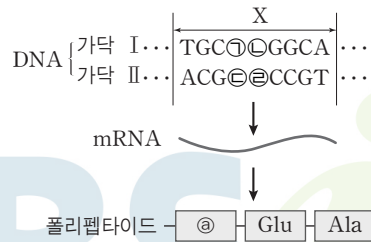
정답

15 뉴클레오타이드, 뉴클레오타이드
16 tRNA, 안티코돈

17
DNA의 염기 서열로 이루어진 유전 암호는 (　　)의 염기 서열로 전달된 후 폴리펩타이드의 (　　) 서열을 결정한다.

17

6067-0137

그림은 DNA로부터 폴리펩타이드가 합성되는 과정에서 구간 X에 해당하는 부분을, 표는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다. 폴리펩타이드는 ⓐ, 글루탐산(Glu), 알라닌(Ala) 순으로 합성되었다.

코돈	아미노산
UGU, UGC	시스테인(Cys)
GCU, GCC, GCA, GCG	알라닌(Ala)
GAA, GAG	글루탐산(Glu)
CGU, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG	아르지닌(Arg)
ACU, ACC, ACA, ACG	트레오닌(Thr)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ는 시스테인이다.
ㄴ. mRNA의 주형 가닥은 가닥 Ⅰ이다.
ㄷ. ㉠~㉣의 염기 사이에 존재하는 수소 결합의 수는 4이다.

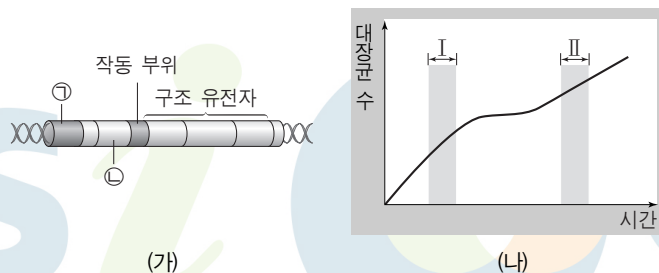
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18
대장균은 젖당과 포도당이 함께 있을 때 (　　)을 먼저 에너지원으로 이용한다. (　　)은 젖당 분해 효소를 비롯한 젖당 대사에 관련된 유전자를 억제 단백질을 이용해 함께 조절하는 방식이다.

18

6067-0138

그림 (가)는 대장균의 젖당 오페론 조절 유전자와 젖당 오페론을, (나)는 대장균을 젖당과 포도당이 모두 있는 배지에서 배양하였을 때 시간에 따른 대장균 수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 프로모터와 젖당 오페론 조절 유전자 중 하나이며, 구간 Ⅰ에서는 포도당만이, 구간 Ⅱ에서는 젖당만이 대장균의 에너지원으로 사용된다.

(가)　　(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 ㉠의 전사가 일어난다.
ㄴ. 구간 Ⅱ에서 RNA 중합 효소는 ㉡에 결합한다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서 젖당 분해 효소가 합성된다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

17 mRNA, 아미노산
18 포도당, 젖당 오페론

19

▶6067-0139

그림은 번역 과정의 일부를, 표는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다. ㉠은 아미노산이다.

코돈	아미노산
AUG	메싸이오닌
ACU, ACC, ACA, ACG	트레오닌
AAA, AAG	라이신
CCU, CCC, CCA, CCG	프롤린
GAU, GAC	아스파트산

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 종결 코돈은 UAG, UGA, UAA이다.)

보기

ㄱ. ㉠은 메싸이오닌이다.
ㄴ. 번역이 완료된 폴리펩타이드에 ㉠과 같은 아미노산은 3개 존재한다.
ㄷ. 번역이 완료된 폴리펩타이드는 8개의 아미노산으로 구성된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

▶6067-0140

다음은 어떤 식물에서 꽃의 각 부위로의 분화에 대한 자료이다.

• 유전자 a~c는 꽃의 각 부위로의 분화를 결정하는 유전자이며, 이 유전자로부터 발현된 폴리펩타이드 A~C는 전사 인자이다.
• 미분화된 부위가 꽃의 각 부위로 분화될 때 발현되는 유전자는 표와 같다.

꽃의 각 부위	발현된 유전자	꽃의 각 부위	발현된 유전자
꽃받침	a	수술	b, c
꽃잎	a, b	암술	c

• a가 발현되지 못하는 돌연변이는 a가 발현되어야 할 부위에서 c가 발현된다.
• c가 발현되지 못하는 돌연변이는 c가 발현되어야 할 부위에서 a가 발현된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A~C는 특정 유전자의 발현을 조절하는 데 관여한다.
ㄴ. a가 결실된 식물에서는 수술과 암술로만 이루어진 꽃이 형성된다.
ㄷ. 미분화 조직은 발현되는 유전자에 따라 서로 다른 구조와 기능을 가진 꽃의 각 부위로 분화된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19
리보솜에서는 ( )가 운반해온 아미노산이 ( )의 코돈 순서에 맞게 연결된다. 번역이 시작되는 코돈은 ( )이고, 번역이 끝나는 코돈은 ( ), ( ), ( )이다.

20
미분화 조직이 다양한 조직이나 기관으로 분화할 수 있는 것은 각 미분화 조직에서 발현되는 ( )의 종류가 다르기 때문이다. 초기에 발현된 유전자는 다른 유전자의 발현을 ( )하거나 ( )하면서 분화에 필요한 유전자만을 발현시킨다.

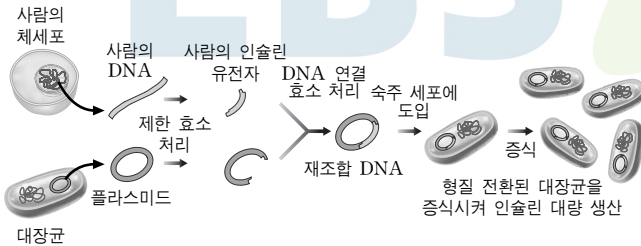
정답

19 tRNA, mRNA, AUG, UAG, UGA, UAA
20 유전자, 촉진, 억제

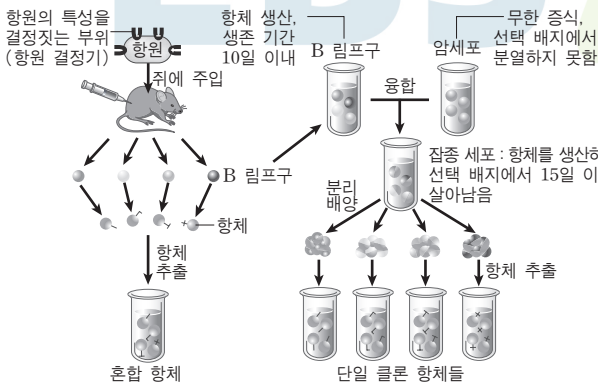
THEME 09 생명 공학 기술

1 유전자 재조합 기술

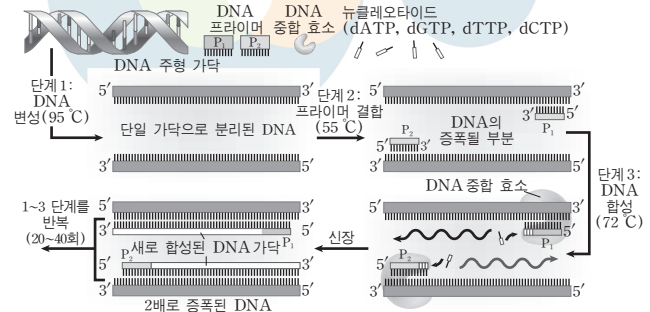
(1) 원리 : DNA의 특정 염기 서열을 인식하여 자르는 제한 효소와 잘린 DNA의 말단끼리 이어주는 DNA 연결 효소를 이용하여 재조합 DNA를 만드는 기술이다.

(2) 이용 : 보통 유용한 유전자를 포함하는 재조합 DNA를 만든 뒤 이를 숙주 세포에 도입하여 숙주 세포를 형질 전환하는 데 사용된다.

▲ 유전자 재조합 기술을 이용한 인슐린 생산 과정

2 세포 융합 기술과 단일 클론 항체

단일 클론 항체는 B 림프구를 암세포와 융합시켜 만든 잡종 세포를 증식하고 선별하여 만들어진 단일 클론 세포에서 생산되는 한 종류의 항체이다.

▲ 단일 클론 항체의 생산 과정

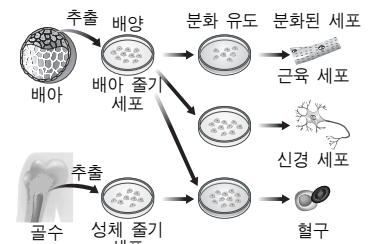
3 중합 효소 연쇄 반응(PCR : Polymerase Chain Reaction)

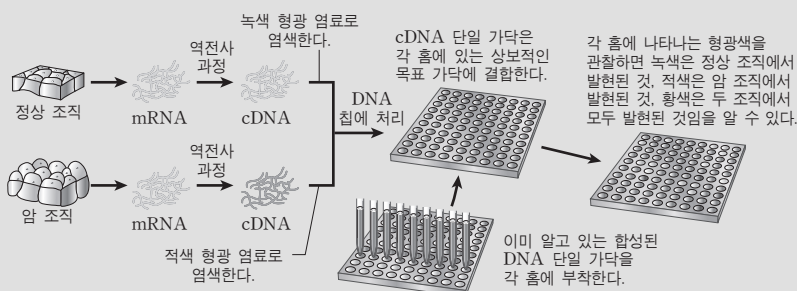
시험관 내에서 DNA를 반복적으로 복제하여 짧은 시간 동안에 증폭하는 기술이다. 2중 가닥의 주형 DNA에 DNA 중합 효소, 2종류의 프라이머, 4종류의 디옥시리보뉴클레오타이드(dNTP)를 넣고 단계적으로 온도를 변화시켜 중합 반응을 연쇄적으로 일으킨다.

▲ 중합 효소 연쇄 반응(PCR)의 과정

4 DNA 염기 서열 분석

DNA 합성 과정에서 ddNTP가 삽입되면 합성이 중단되는 원리를 이용하여 염기 서열을 분석하는 방법이다. 서로 다른 색의 형광 물질로 표지된 ddNTP를 소량 섞어 DNA를 중합시키면 무작위적으로 ddNTP가 첨가된 가닥은 합성이 중단되어 다양한 길이의 DNA 가닥이 만들어진다. 이를 전기 영동하여 크기 순으로 분리한 후 합성이 멈춘 지점의 형광 표지된 염기를 순서대로 읽어 주형 DNA에 상보적으로 합성되는 DNA의 염기 서열을 분석한다.

5 줄기 세포

다양한 세포로 분화가 가능한 미분화 세포로, 배아 줄기 세포와 성체 줄기 세포 및 역분화 줄기 세포가 있다.

▲ 배아 줄기 세포와 성체 줄기 세포

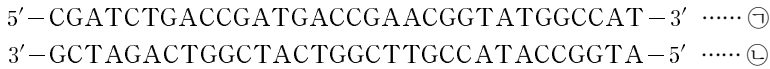
자료 분석 특강 | DNA 칩(DNA 미세 배열)

세포에서 생산되는 모든 mRNA를 추출하여 이를 유전체의 각 유전자와 결합시켜 어떤 유전자가 발현되고 있는지 그 양상을 비교하는 연구 방법을 DNA 미세 배열이라고 하는데, 흔히 DNA 칩 혹은 유전자 칩이라고 부른다. 이를 만들기 위해 미세한 홈으로 나뉜 슬라이드에 유전체에서 가져온 짧은(20 염기 가량) 단일 가닥 DNA를 부착시킨다. 각각의 가닥은 형광 표지된 cDNA 가닥과 결합하여 고유의 반응 패턴을 보인다.

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

다음은 어떤 DNA를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

(가) 주형 DNA의 염기 서열은 다음과 같다.

5′-CGATCTGACCGATGACCGAACGGTATGGCCAT-3′ …… ㉠
3′-GCTAGACTGGCTACTGGCTTGCCATACCGGTA-5′ …… ㉡

(나) 프라이머 ⓐ는 주형 가닥 ㉠과, 프라이머 ⓑ는 주형 가닥 ㉡과 상보적이며, ⓐ와 ⓑ는 각각 7개의 뉴클레오타이드로 구성된다.

(다) 표와 같이 주형 가닥이 담긴 시험관 Ⅰ~Ⅲ에 프라이머와 중합 효소 연쇄 반응(PCR)에 필요한 물질을 충분히 넣고 DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 20회 반복하였다.

구분	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
주형 가닥	㉠ 1분자, ㉡ 1분자	㉠ 1분자	㉠ 1분자, ㉡ 1분자
프라이머	ⓐ, ⓑ	ⓐ, ⓑ	ⓐ

(라) Ⅰ에서 2^{20}개의 2중 가닥 DNA를 얻었다.

(마) Ⅰ의 반응 산물에서 분자량이 가장 작은 2중 가닥 DNA에 포함된 염기 중 A의 비율은 0.25이고, 이 2중 가닥 DNA에서 염기 사이의 수소 결합 총수는 60이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.)

보기

ㄱ. ⓐ에는 퓨린 계열의 염기가 피리미딘 계열의 염기보다 많다.
ㄴ. Ⅱ에서 얻은 2중 가닥 DNA의 수는 2^{19}이다.
ㄷ. Ⅲ에서 얻은 새로 합성된 2중 가닥 DNA의 수는 20이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
프라이머가 주형 가닥의 내부에 결합하여 PCR가 진행되면 주형 가닥보다 짧은 DNA가 합성된다. (마)의 조건을 이용하여 ⓐ와 ⓑ가 주형 가닥에 결합하는 위치를 파악할 수 있다.

간략 풀이 |
Ⅰ의 반응 산물에서 분자량이 가장 작은 2중 가닥 DNA에 포함된 염기 중 A의 비율이 0.25이므로 T, G, C의 비율도 0.25이다. 따라서 A-T 염기쌍 수를 x, G-C 염기쌍 수를 y라고 하면, 수소 결합의 총수는 $2x+3y=60$이고, $x=y$이므로 x, y는 각각 12이다. 따라서 2중 가닥 DNA에는 48개의 염기가 존재한다.

ㄱ. ⓐ는 5′-ATACCGT-3′이므로 퓨린 계열은 3개, 피리미딘 계열의 염기의 수는 4개이다.
ㄴ. 주형 가닥이 단일 가닥이므로 PCR를 20회 반복하면 2^{19}개의 2중 가닥 DNA를 얻는다.
ㄷ. Ⅲ에서는 프라이머를 ⓐ밖에 넣어 주지 않았기 때문에 2중 가닥 DNA는 1개만 만들어진다.

정답 | ②

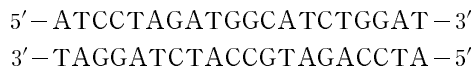
닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 28쪽

다음은 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다. 6067-0141

[실험 과정]

(가) 주형 DNA의 염기 서열은 다음과 같으며 40개의 뉴클레오타이드로 이루어져 있다.

5′-ATCCTAGATGGCATCTGGAT-3′
3′-TAGGATCTACCGTAGACCTA-5′

(나) DNA 프라이머 ⓐ와 ⓑ는 각각 7개의 뉴클레오타이드로 구성된다.

(다) 중합 효소 연쇄 반응(PCR)에 필요한 물질이 충분히 들어 있는 시험관 Ⅰ~Ⅲ에 표와 같이 물질을 넣고, DNA 변성(열처리), DNA 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 20회 반복하였다.

시험관	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
넣은 물질	주형 DNA, ⓐ, ⓑ	주형 DNA, ⓐ	주형 DNA, ⓑ

(라) 최종 생성된 DNA의 뉴클레오타이드 수를 분석하였다.

[실험 결과]

시험관	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
뉴클레오타이드 수	30, 32, 33, 37, 38	37	38

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.)

보기

ㄱ. ⓐ와 ⓑ는 주형 DNA의 서로 다른 단일 가닥에 결합한다.
ㄴ. ⓐ의 5′ 말단의 염기는 피리미딘 계열 염기이다.
ㄷ. PCR를 완료한 후 Ⅰ에서 30개의 뉴클레오타이드로 이루어진 DNA의 수는 주형 DNA 1분자당 2^{20}개이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

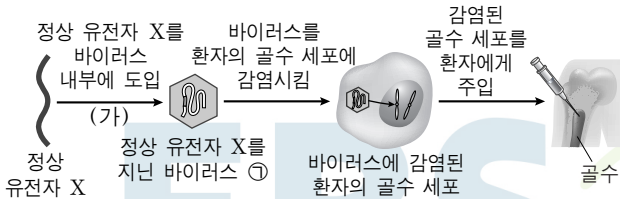
유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제와 달리 프라이머가 결합하는 가닥을 알려주지 않고 분석하도록 하고 있으며 최종 생성된 DNA의 뉴클레오타이드 수를 제시하여 프라이머가 결합하는 위치를 분석하도록 하였다.

배경 지식 |
- DNA 중합 효소가 DNA를 합성하기 위해 필요한 프라이머는 주형 가닥 DNA의 일부와 상보적인 짧은 DNA 혹은 RNA 조각이다.
- PCR는 DNA를 대량으로 증폭하기 위해 DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성을 반복 수행하는 방법이다.
- 프라이머의 종류에 따라 주형 가닥에 결합하는 위치가 다르며 생성되는 DNA 또한 다르다.

01

6067-0142

그림은 유전적으로 골수 세포의 기능에 이상이 있는 환자를 치료하기 위해 정상 유전자 X를 골수에 도입하는 과정이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

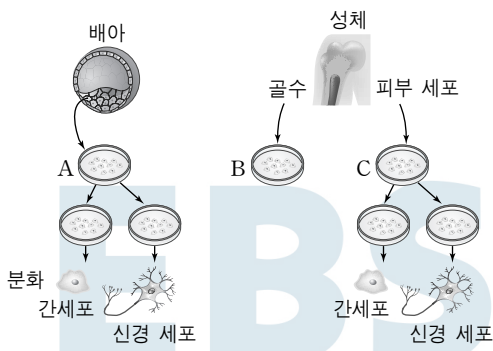
보기

ㄱ. (가)에서 DNA 연결 효소가 이용된다.
ㄴ. ㉠은 정상 유전자 X를 골수 세포 DNA에 삽입한다.
ㄷ. 치료받은 환자는 정상 유전자 X를 자손에게 물려줄 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

6067-0143

그림은 줄기 세포 A~C를 얻고, 이 줄기 세포로부터 특정 세포를 얻는 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 성체 줄기 세포, 역분화 줄기 세포, 배아 줄기 세포 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A를 이용해 피부 세포를 만들 수 있다.
ㄴ. B는 성체 줄기 세포이다.
ㄷ. C는 역분화를 통해 만들어졌다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0144

다음은 DNA 염기 서열을 분석하는 실험이다.

[실험 과정]

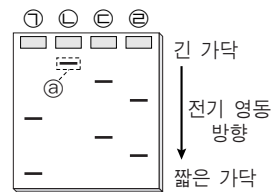
(가) 4개의 튜브 ㉠~㉣에 각각 주형 가닥 DNA, 프라이머, DNA 합성에 필요한 물질과 효소, 각각 다른 종류의 ddNTP를 넣어준다.

주형 가닥 DNA와 DNA 합성에 필요한 물질

㉠ ddATP ㉡ ddTTP ㉢ ddGTP ㉣ ddCTP

(나) 각 튜브에서 새로 합성된 단일 가닥 DNA를 전기 영동한다.

[실험 결과]

길이가 서로 다른 7가지 DNA가 합성되었으며, 가장 길게 합성된 DNA는 주형 가닥의 5′ 말단까지 합성되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 합성 중인 DNA 가닥에 ddNTP가 결합하면 합성이 중단된다.
ㄴ. 주형 가닥의 5′ 말단 염기는 아데닌(A)이다.
ㄷ. DNA 가닥 ⓐ에서 프라이머를 제외한 부위에는 퓨린 계열 염기가 피리미딘 계열 염기보다 많다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0145

다음은 효소 A가 결핍된 유전병 환자를 위해 효소 A가 포함된 젖을 생산하도록 유전적으로 변형된 염소를 만드는 과정이다.

(가) 정상인의 DNA에서 효소 A를 암호화하는 유전자 a를 얻는다.
(나) a를 염소의 수정란에 주입한 후 배양하여 a를 가지는 배아를 얻는다.
(다) 배아를 대리모에 착상시켜 염소 ㉠을 얻는다.
(라) 염소 ㉠에서 효소 A가 포함된 젖을 얻는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

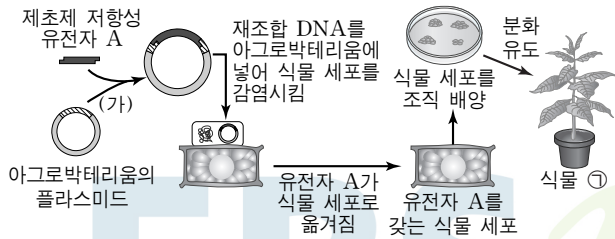
보기

ㄱ. 제한 효소를 이용하여 (가)를 수행할 수 있다.
ㄴ. 환자가 ㉠의 젖을 먹으면 유전자 a가 발현된다.
ㄷ. ㉠의 복제 동물을 만들면 효소 A를 얻을 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

6067-0146

그림은 제초제 저항성 유전자 A를 식물 세포에 도입하는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

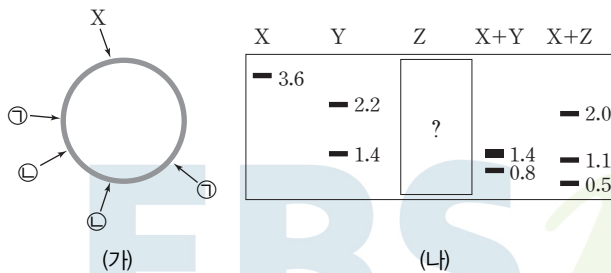
보기

ㄱ. (가)에서 제한 효소가 이용된다.
ㄴ. 아그로박테리움 재조합 DNA 중 일부는 식물 세포의 DNA에 삽입될 수 있다.
ㄷ. ㉠의 모든 체세포에는 제초제 저항성 유전자 A가 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0147

그림 (가)는 원형 DNA에 제한 효소 X~Z가 작용하는 부위를, (나)는 원형 DNA에 X~Z를 여러 조합으로 처리한 후 얻은 전기 영동 결과를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Y와 Z 중 하나이며, 숫자는 DNA 조각의 길이를 나타낸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

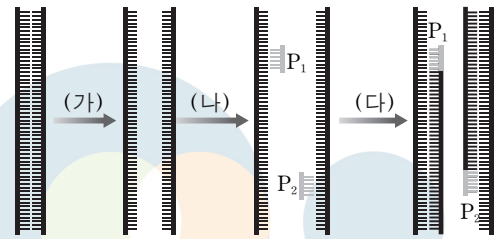
보기

ㄱ. 원형 DNA의 길이는 3.6이다.
ㄴ. ㉠은 Y, ㉡은 Z이다.
ㄷ. 원형 DNA를 Z로 절단하여 얻은 조각 중 긴 조각의 길이는 3.0보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6067-0148

그림은 중합 효소 연쇄 반응(PCR)이 1회 일어나는 과정을 나타낸 것이다. P_1과 P_2는 서로 다른 프라이머이고, (가)~(다)는 각각 DNA 합성, DNA 변성, 프라이머 결합 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

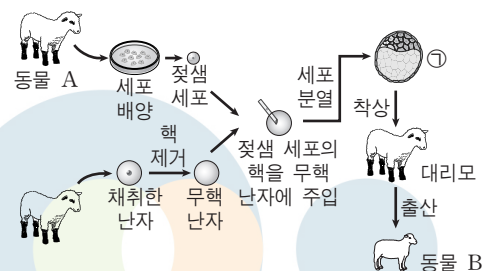
보기

ㄱ. (가)는 (나)보다 높은 온도에서 진행된다.
ㄴ. (다)에서 DNA 연결 효소가 이용된다.
ㄷ. 하나의 주형 가닥으로부터 PCR가 연속해서 10회 진행될 때 P_1과 P_2는 각각 10분자가 이용된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

6067-0149

그림은 복제 동물을 만드는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 동물은 모두 같은 종이다.)

보기

ㄱ. ㉠으로부터 배아 줄기 세포를 얻을 수 있다.
ㄴ. A와 B의 성별은 서로 같다.
ㄷ. B의 DNA 유전 정보는 대리모와 같다.

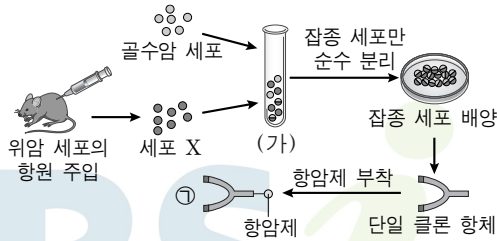
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

( ) 항체는 한 종류의 항원에만 결합하는 항체이다. 이 항체를 다량으로 합성하기 위해 ( )와 ( )를 융합한 세포를 이용한다.

09

6067-0150

그림은 암치료를 위한 단일 클론 항체 생성 과정을, 표는 세포 X와 골수암 세포의 특성을 나타낸 것이다.

구분	세포 X	골수암 세포
수명	약 10일	반영구적
선택 배지	생존함	생존 못함

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 세포 X는 B 림프구이다.
ㄴ. ㉠은 위암 치료에 이용할 수 있다.
ㄷ. (가)의 세포를 선택 배지에서 5일 동안 배양하면 잡종 세포만 순수 분리할 수 있다.

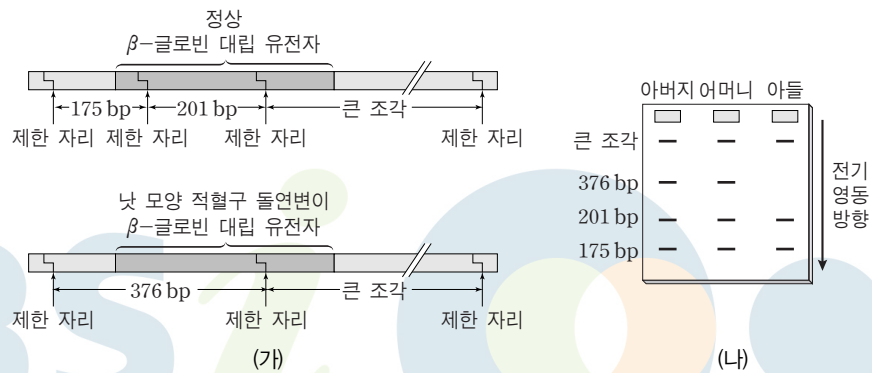
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

( )가 작용하여 DNA를 절단하는 부위인 제한 자리는 특정 DNA 염기 서열이 존재하는 부위이다. 그러므로 ( )가 일어나 DNA 염기 서열이 바뀌면 제한 효소가 작용하던 자리에 작용하지 못하거나 작용하지 않던 자리에 작용할 수 있다.

10

6067-0151

그림 (가)는 사람의 β-글로빈 대립 유전자를 포함하는 DNA에 *Dde* I 효소를 처리했을 때 DNA가 절단되는 위치(제한 자리)를, (나)는 어떤 가족의 β-글로빈 대립 유전자를 포함하는 DNA를 *Dde* I으로 절단한 후 전기 영동한 결과를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. *Dde* I 은 제한 효소이다.
ㄴ. 아들은 어머니로부터 정상 β-글로빈 대립 유전자를 물려받았다.
ㄷ. 이 가족에서 둘째 아이가 태어날 때, 이 아이가 낫 모양 적혈구 돌연변이 β-글로빈 대립 유전자를 가질 확률은 $\frac{1}{4}$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

09 단일 클론, 골수암 세포, B 림프구
10 제한 효소, 돌연변이

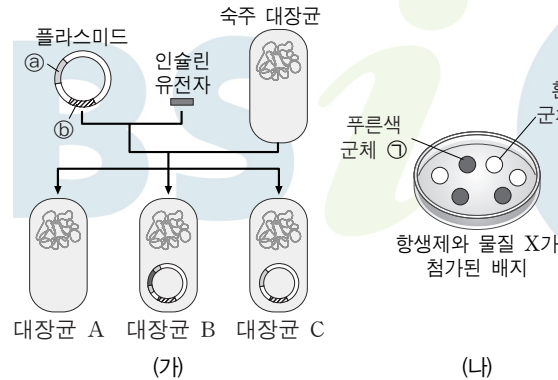
11

6067-0152

그림 (가)는 인슐린 유전자와 플라스미드를 재조합하여 숙주 대장균에 도입하는 과정에서 만들어진 대장균 A~C를, (나)는 대장균 A~C를 항생제와 물질 X가 첨가된 배지에 배양한 결과를 나타낸 것이다. 숙주 대장균에는 ⓐ와 ⓑ가 없으며 ⓐ와 ⓑ는 각각 젖당 분해 효소 유전자와 항생제 저항성 유전자 중 하나이다. 인슐린 유전자를 얻을 때 *EcoR* I 제한 효소를 이용하였으며, 물질 X가 젖당 분해 효소에 의해 분해되면 푸른색 물질이 만들어진다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ에는 제한 효소에 의해 절단되는 부위가 있다.
ㄴ. ⓑ는 젖당 분해 효소 유전자이다.
ㄷ. ㉠은 대장균 B의 군체, ㉡은 대장균 C의 군체이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0153

다음은 DNA의 염기 서열을 분석하는 방법이다. ㉠과 ㉡은 각각 ddNTP와 dNTP 중 하나이다.

[실험 과정]

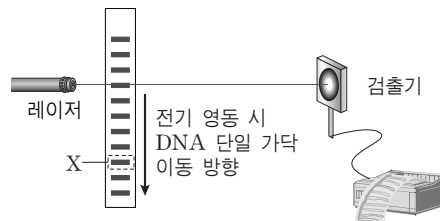
(가) 염기 서열을 분석할 주형 가닥 DNA가 들어 있는 시험관에 DNA 프라이머, DNA 중합 효소, 다량의 ㉠과 형광으로 표지한 소량의 ㉡을 첨가한다.
(나) 합성된 DNA 단일 가닥을 전기 영동으로 크기별로 분리한 후 레이저를 이용해 각 조각에서 방출되는 형광을 검출하여 DNA 염기 서열을 결정한다.

레이저 / 검출기 / 전기 영동 시 DNA 단일 가닥 이동 방향 / X

• 그림은 실험 과정을 나타낸 것이며, X는 단일한 DNA가 존재하는 영역이다.

[실험 결과]

길이가 다른 11가지 DNA 가닥이 합성되었으며, 이를 이용하여 알아낸 주형 가닥 DNA의 염기 서열은 다음과 같다.

5′-AGTACCTGGATCCTTAG-3′

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 dNTP, ㉡은 ddNTP이다.
ㄴ. 프라이머의 3′ 말단 염기는 구아닌(G)이다.
ㄷ. X에 존재하는 DNA에는 피리미딘 계열 염기가 퓨린 계열 염기보다 많다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11
특정 염기 서열을 인식하여 DNA를 자르는 효소는 (   )이다.

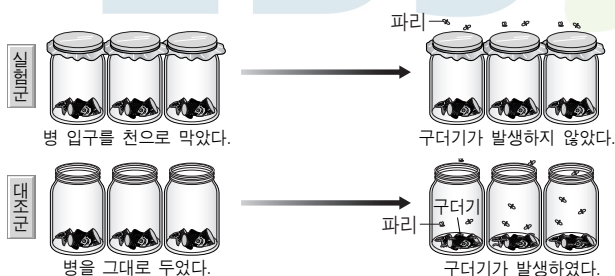
12
자동 DNA 염기 서열 분석 과정에서 (   )에는 3′ 탄소에 −OH가 있어 계속해서 다음 뉴클레오타이드가 결합할 수 있지만, (   )에는 3′ 탄소에 −H가 있어 다음 뉴클레오타이드가 결합할 수 없다.

정답
11 제한 효소
12 dNTP, ddNTP

생명의 기원

1 생명의 기원에 관한 학설

(1) **자연 발생설** : 생물은 흙이나 물, 공기와 같은 무생물적인 물질과 초자연적인 힘이 결합하여 탄생한다는 학설로 헬몬트, 니덤 등이 주장하였다.

(2) **생물 속생설** : 생물은 생물로부터 생겨난다는 학설로 자연 발생설을 부정하는 레디, 스팔란차니, 파스퇴르 등의 실험을 통해 널리 받아들여졌다.

▲ 레디의 실험

2 원시 생명체의 탄생

(1) **원시 지구의 상태** : 원시 지구의 대기는 수소(H_2), 수증기(H_2O), 암모니아(NH_3), 메테인(CH_4) 등과 같은 기체로 구성되어 있다고 생각되었다. 또한 오존층이 형성되지 않아 태양의 강한 에너지와 우주 방사선이 지구로 유입되었으며 번개와 화산 활동이 활발하여 에너지원이 풍부하였다.

(2) **유기물의 생성**

① 간단한 유기물의 생성

- 밀러의 실험 : 오파린은 원시 대기를 구성하는 혼합 기체에서 간단한 유기물이 생성되었다고 주장하였으며, 밀러는 이를 실험을 통해 증명하였다.
- 심해 열수구 : 최근에 최초의 생명 탄생 장소로 주목받고 있으며, 화산 활동으로 에너지가 풍부하고 환원성 조건을 갖추고 있어 유기물이 합성될 수 있다.

② 복잡한 유기물의 생성

- 폭스의 실험 : 폭스는 20종류의 아미노산을 혼합하여 고온 · 고압 상태에서 몇 시간 동안 가열하여 약 200개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드(프로테노이드)를 합성하였다.

(3) **원시 생명체의 탄생** : 복잡한 유기물이 코아세르베이트나 마이크로스피어와 같은 막으로 둘러싸인 유기물 복합체를 형성하고, 이 유기물 복합체에 효소와 유전 물질인 핵산이 추가되어 물질대사와 자기 복제를 할 수 있는 원시 생명체가 탄생하였다.

(4) **최초의 유전 물질** : DNA, 단백질, RNA 중에서 RNA가 최초의 유전 물질로 추정된다. 일부 RNA(리보자임)는 유전 정보를 저장하는 능력과 복제 및 효소의 기능을 가진다.

3 원시 생명체의 진화

(1) **원핵생물의 출현**

① 종속 영양 생물(무산소 호흡) : 최초의 생명체는 무산소 호흡으로 원시 바다의 풍부한 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 종속 영양 생물이라 추정된다. 이 생물들의 번성으로 이산화 탄소는 증가하고 유기물의 양은 감소하였다.

② 독립 영양 생물(광합성) : 스스로 유기물을 합성하는 독립 영양 생물인 광합성 세균이 출현하였고, 이 생물들의 번성으로 산소의 농도와 유기물의 양이 증가하였다.

③ 종속 영양 생물(산소 호흡) : 산소의 농도와 유기물 양의 증가로 산소를 이용하여 유기물을 분해하고 에너지를 얻는 종속 영양 생물이 출현하였다.

④ 육상 생물의 출현 : 대기 중 산소의 농도 증가로 오존층이 형성되어 자외선이 상당 부분 차단됨으로써 육상 생물이 출현하게 되었다.

(2) **단세포 진핵생물의 출현** : 최초의 생물은 원핵생물이고, 이후 구조가 복잡해지면서 진핵생물로 진화하였다(세포막 함입설, 세포 내 공생설).

(3) **다세포 진핵생물의 출현** : 단세포 진핵생물이 군체를 이룬 후 환경에 적응하는 과정에서 세포의 형태와 기능이 분화되어 다세포 진핵생물로 진화하였다.

자료 분석 특강 | 최초의 유전 물질

물질	DNA	RNA	단백질
유전 정보 저장 능력	있다	있다	없다
촉매 기능	불가능	가능	대부분 가능
입체 구조	대부분 일정	다양	다양

최초의 유전 물질은 유전 정보를 저장할 수 있고 촉매 기능을 하며 스스로 복제하여 유전 정보를 전달할 수 있어야 한다. 일부 RNA는 정보를 저장할 수 있고 다양한 입체 구조를 형성하여 효소로 작용할 수 있기 때문에 최초의 유전 물질일 가능성이 높다. 체크와 올트만은 효소의 기능을 가진 RNA를 발견하고 리보자임이라고 명명하였다. 단일 가닥 구조인 RNA는 다양한 입체 구조를 만들 수 있다. 리보자임 중에는 뉴클레오타이드를 공급하면서 스스로 효소로 작용하여 RNA 가닥을 합성하는 것도 있다.

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

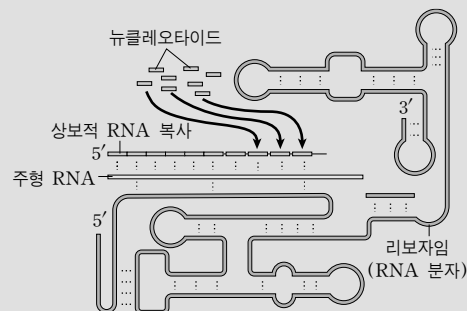
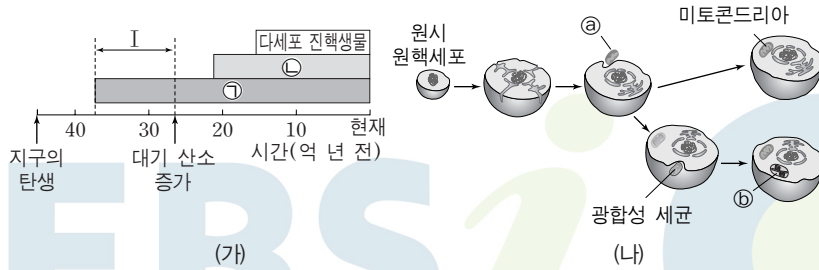



그림 (가)는 지구의 탄생부터 현재까지 생물의 존재 기간을, (나)는 세포 내 공생설을 나타낸 것이다. (가)의 ㉠과 ㉡은 각각 원핵생물과 단세포 진핵생물 중 하나이고, (나)에서 미토콘드리아의 기원은 생물 ⓐ이고, 세포 소기관 ⓑ의 기원은 광합성 세균이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ는 ㉠에 속한다.
ㄴ. ㉡과 ⓑ에는 모두 RNA가 있다.
ㄷ. ⓑ를 갖는 세포는 (가)의 Ⅰ 시기에 최초로 나타났다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 광합성 세균의 출현으로 대기 중 산소 농도가 증가하였고, 호기성 세균이 출현하게 되었다. 또한, 세포 내 공생설에 의하면 이러한 원핵생물이 원시 세포에 공생하면서 각각 엽록체와 미토콘드리아의 기원이 되었다.

간략 풀이 | ㉠은 원핵생물, ㉡은 단세포 진핵생물, ⓐ는 호기성 세균, ⓑ는 엽록체이다.

ㄱ. 미토콘드리아의 기원인 호기성 세균(ⓐ)은 원핵생물이므로 ㉠에 속한다.
ㄴ. 단세포 진핵생물과 엽록체에는 모두 DNA, RNA, 리보솜이 있다.
ㄷ. ⓑ를 갖는 세포는 진핵세포이므로 (가)의 Ⅰ 시기에 출현하지 않았다.

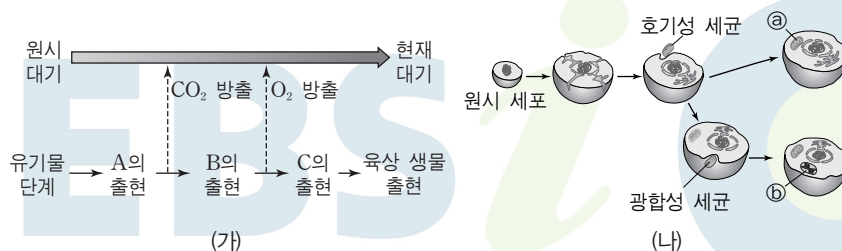
정답 | ③

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 31쪽

6067-0154

그림 (가)는 지구 대기 변화와 생물의 출현 과정을, (나)는 진핵세포로 진화하는 과정에 대한 가설을 나타낸 것이다. A~C는 각각 광합성 세균, 호기성 세균, 무산소 호흡 종속 영양 생물 중 하나이고, ⓐ와 ⓑ는 각각 미토콘드리아와 엽록체 중 하나이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 원시 세포에 A가 공생한 결과 ⓑ가 형성되었다.
ㄴ. A~C는 모두 리보솜을 가지고 있다.
ㄷ. ⓐ는 미토콘드리아이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 대표 문제는 원핵생물과 단세포 진핵생물을 묻고 있지만 닮은 꼴 문제는 광합성 세균, 호기성 세균, 무산소 호흡 종속 영양 생물을 묻고 있다.

배경 지식 |
- 최초의 생명체는 무산소 호흡 종속 영양 생물이다.
- 원핵생물과 진핵생물은 모두 리보솜을 갖는다.

01

▶ 6067-0155

다음은 생명의 기원을 알아보는 세 가지 실험 (가)~(다)를 나타낸 것이다.

(가) 땀에 젖은 셔츠를 밀 낟알과 함께 항아리에 넣어 두었더니 며칠 후 쥐가 나타났다.
(나) 2개의 병에 각각 생선을 넣고 하나는 병 입구를 천으로 막고, 다른 하나는 병 입구를 막지 않았더니 며칠 후 입구를 막지 않은 병에서만 구더기가 생겼다.
(다) 고기즙이 담긴 플라스크의 목 부분을 S자형으로 구부린 상태에서 ㉠ 고기즙을 충분히 끓인 후 식혀 상온에 오랫동안 두었더니 미생물이 생기지 않았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 '생물은 생물로부터 만들어진다.'는 가설을 증명한 실험이다.
ㄴ. (나)는 '생물은 무생물과 초자연적인 힘으로부터 자연적으로 발생한다.'는 가설을 확립하기 위한 실험이다.
ㄷ. ㉠을 통해 고기즙 내 미생물이 제거된다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0156

다음은 생명의 기원에 대한 오파린의 설명이다. ㉠과 ㉡은 각각 무기물과 유기물 중 하나이다.

원시 지구의 환경에서 ㉠이 간단한 ㉡으로 합성되고, 이것이 오랜 세월 동안 복잡한 ㉡으로 변화하는 과정을 거쳐 최초의 생명체가 탄생하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠에 아미노산이 해당된다.
ㄴ. ㉠은 무기물이고 ㉡은 유기물이다.
ㄷ. 모든 생명체에는 ㉡이 포함되어 있다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0157

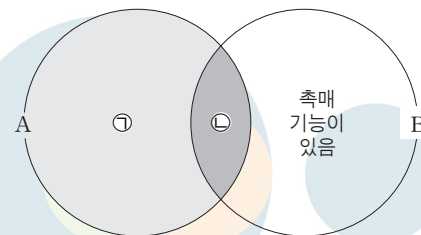
다음은 생물의 진화 과정에 대한 세 학생의 설명이다.

진화 과정에 대해 옳게 설명한 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A　② B　③ A, B
④ A, C　⑤ B, C

04

▶ 6067-0158

그림은 DNA와 리보자임의 공통점과 차이점을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 DNA와 리보자임 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 RNA의 일종이다.
ㄴ. '뉴클레오타이드로 구성됨'은 ㉠에 해당한다.
ㄷ. '유전 정보 저장 능력이 있음'은 ㉡에 해당한다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6067-0159

다음은 생물 진화 과정에서 나타난 생물 (가)~(다)에 대한 설명이다.

(가) 광합성을 하는 독립 영양 생물 중 최초의 생물
(나) 육상에 서식하면서 유기물을 획득하여 산소 호흡을 하는 생물
(다) 물속에서 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물 중 최초의 원핵 생물

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

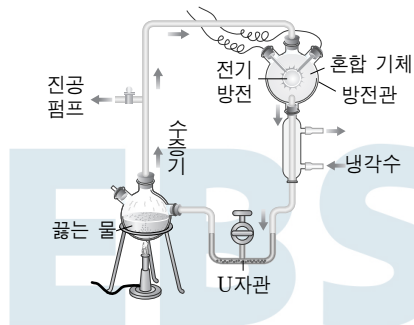
보기

ㄱ. (다)는 (가)보다 먼저 지구 상에 출현하였다.
ㄴ. (나)는 오존층의 형성 이후에 나타나게 되었다.
ㄷ. (다)는 세포막과 핵산을 가지고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6067-0160

그림은 밀러의 실험 장치를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

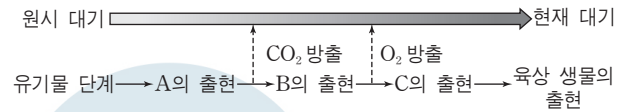
보기

ㄱ. 암모니아(NH_3)는 방전관 속의 혼합 기체 성분 중 하나이다.
ㄴ. U자관에 고인 물은 원시 지구의 바다에 해당한다.
ㄷ. 이 실험의 결과 U자관에서 단백질이 검출되었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶ 6067-0161

그림은 지구 대기 변화와 생물의 출현 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 광합성 세균, 호기성 세균, 무산소 호흡 종속 영양 생물 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

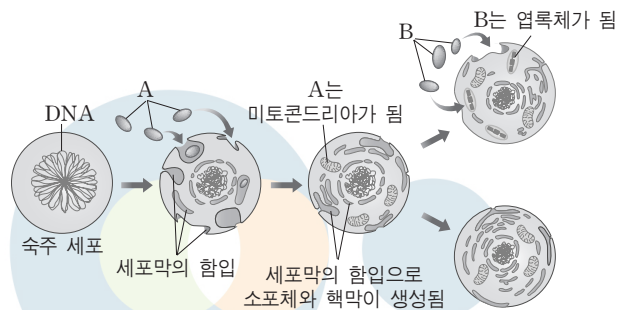
보기

ㄱ. A와 B는 모두 원핵생물이다.
ㄴ. A와 C는 모두 종속 영양을 한다.
ㄷ. C의 출현으로 인해 A와 B는 모두 사라지게 되었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 6067-0162

그림은 두 종류의 진핵세포가 형성되는 과정에 대한 가설을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 호기성 세균, 광합성 세균 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. B는 독립 영양 생물이다.
ㄴ. A와 B는 모두 소포체를 가지고 있지 않다.
ㄷ. A는 산소를 이용하여 유기물을 분해할 수 있다.

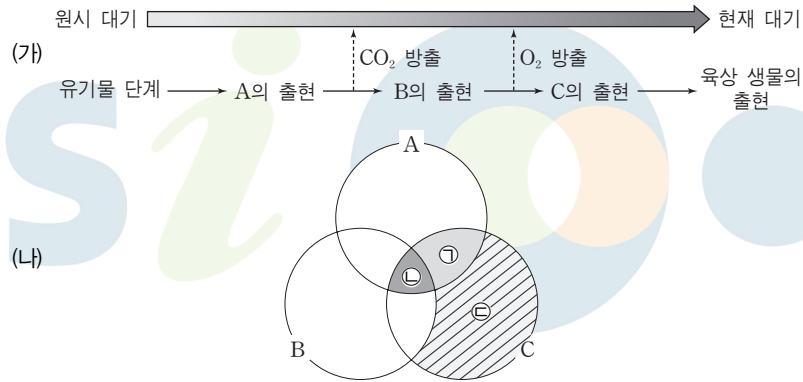
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

원시 지구에 출현한 최초의 생명체는 (　　) 호흡을 하는 (　　) 영양 생물이며, 이후 유기물이 감소하고 대기 중 (　　) 농도가 높아지면서 광합성을 하는 (　　) 영양 생물이 출현하였다.

09

6067-0163

그림 (가)는 지구 대기의 변화와 원시 생명체 A～C의 출현 과정을, (나)는 A～C의 공통점과 차이점을 나타낸 것이다. A～C는 각각 산소 호흡을 하는 종속 영양 생물, 광합성을 하는 독립 영양 생물, 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물 중 하나이며 모두 단세포 원핵생물이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. '종속 영양을 함'은 ㉠에 해당한다.
ㄴ. '핵산이 있음'은 ㉡에 해당한다.
ㄷ. '산소 호흡을 함'은 ㉢에 해당한다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

세포 내 공생설에 의하면 (　　)는 원시 세포에 호기성 세균이 공생하면서 형성되었고, (　　)는 원시 세포에 광합성 세균이 공생하면서 형성되었다.

10

6067-0164

다음은 진핵세포의 세포 소기관인 A와 B의 공통점을 설명한 것이다.

(가) 2중막으로 되어 있으며, 막의 구성 성분에서 원핵생물의 막과 유사한 특징이 나타난다.
(나) 원핵세포의 유전 물질과 유사하며 복제가 가능한 자체의 유전 물질을 가지고 있다.
(다) 원핵세포의 리보솜과 유사한 자체의 리보솜을 가지고 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A와 B에서 모두 ATP가 합성된다.
ㄴ. 식물 세포에는 A와 B가 모두 존재한다.
ㄷ. (가)~(다)는 모두 A와 B가 세포 내 공생에 의해 형성되었다는 주장을 뒷받침하는 근거이다.

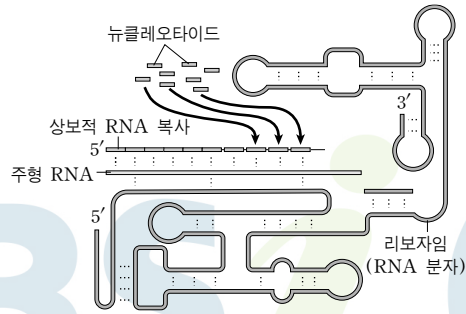
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

09 무산소, 종속, 이산화 탄소, 독립
10 미토콘드리아, 엽록체

11

6067-0165

그림은 화학 반응을 촉매하는 어떤 RNA 분자를 나타낸 것이다.

이 RNA에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 효소의 기능을 가진다.
ㄴ. 유전 정보를 저장하고 전달할 수 있다.
ㄷ. 분자 내의 모든 염기가 수소 결합에 의해 상보적 염기쌍을 형성하고 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

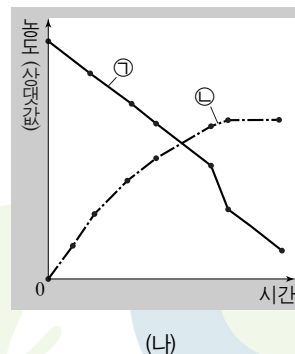
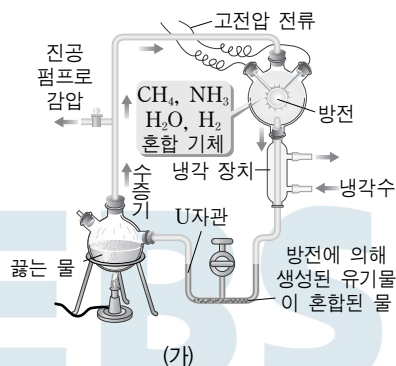
11
RNA 중 (　　)은 유전 정보를 저장할 수 있으며, (　　) 기능이 있어 최초의 유전 물질로 추정된다.

12

6067-0166

밀러는 (가)와 같이 실험 장치를 만들고, 1주일 동안 방전시켜 U자관 내 물질의 농도를 측정하여 (나)와 같은 결과를 얻었다. ㉠과 ㉡은 각각 암모니아와 아미노산 중 하나이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 암모니아이다.
ㄴ. ㉡은 방전관 혼합 기체로부터 생성된 유기물이다.
ㄷ. 이 실험 결과로 생물이 기존의 생물체로부터 생겨난다는 가설이 입증되었다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
밀러는 둥근 플라스크 안에 원시 지구 대기의 성분에 해당하는 혼합 기체를 넣고 전기 방전을 통해 에너지를 공급하면 무기물로부터 간단한 (　　)이 합성될 수 있음을 증명하였다.

정답

11 리보자임, 촉매(효소)
12 유기물

THEME 11

생물의 진화

1 생물 진화의 증거

(1) **화석상의 증거 :** 화석을 연구하면 그 당시에 살았던 생물의 종류, 특징, 서식 환경 등에 대한 정보를 얻을 수 있고, 화석의 생성 연대를 측정하여 생물이 살았던 시대를 유추할 수 있다.
예 고래 조상 화석, 소철고사리 화석

(2) **생물지리학적 증거 :** 생물의 분포 양상은 대륙 이동, 산맥, 해협, 강과 같은 지리적인 장벽에 의해 다르게 나타난다.
예 오스트레일리아구의 오리너구리와 캥거루, 갈라파고스 군도의 핀치새

(3) **비교해부학적 증거 :** 해부학적 형태나 구조를 비교하여 다양한 생물의 진화 과정을 추정할 수 있다.
① 상동 기관 : 형태와 기능은 다르지만, 해부학적 기본 구조와 발생 기원이 같은 기관 예 척추동물의 앞다리
② 상사 기관 : 형태와 기능은 유사하지만, 해부학적 기본 구조와 발생 기원이 다른 기관 예 완두의 덩굴손(잎)과 포도의 덩굴손(줄기), 감자(줄기)와 고구마(뿌리)
③ 흔적 기관 : 환경이나 생활 양식이 달라지면서 현재는 기능을 하지 않고 흔적만 남은 기관 예 비단뱀의 퇴화된 뒷다리, 사람의 막창자꼬리, 꼬리뼈, 동이근

(4) **진화발생학적 증거 :** 동물들의 발생 초기 단계를 비교해 보면 성체에서 보이지 않던 유사성이 나타난다. 이를 통해 동물이 하나의 조상으로부터 진화했음을 알 수 있다.
① 트로코포라 : 조개와 갯지렁이는 트로코포라라는 동일한 유생 시기를 거친다.
② 척추동물의 발생 초기 : 척추동물은 발생 초기에 아가미 틈, 근육성 꼬리, 척삭 등이 공통적으로 나타난다.

(5) **생화학 및 분자생물학적 증거**
① 단백질의 아미노산 서열 비교 : 생물체를 구성하는 단백질의 아미노산 서열은 유전자에 의해 결정되므로 생물 간의 유연관계를 밝힐 수 있다. 예 헤모글로빈 β 사슬 비교, 사이토크롬 c 비교
② 혈청 침전 반응 : 사람의 혈청을 토끼에게 주사하면 토끼의 혈액에 사람 혈청 단백질에 대한 항체가 생긴다. 이 토끼의 혈청을 여러 동물의 혈청과 혼합하였을 때 사람의 혈청 단백질과 유사할수록 침전율(%)이 높고, 침전율이 높을수록 사람과 유연관계가 가깝다.

2 생물 진화의 역사

(1) **지질 시대의 구분 :** 시생 이언, 원생 이언, 현생 이언으로 지질 시대를 나눈다.

(2) **지질 시대의 변화**

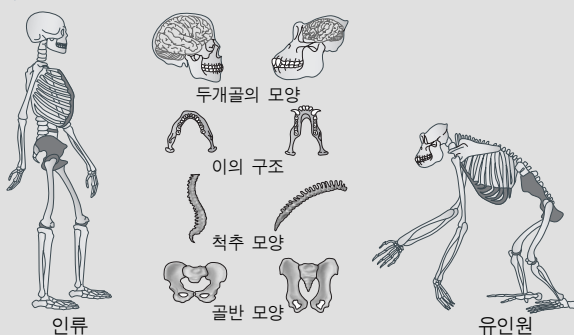
시생 이언	원생 이언	현생 이언		
		고생대	중생대	신생대
• 최초의 생명체(원핵생물) 출현	• 최초의 진핵생물 출현 • 다세포 생물 출현	• 육상 생물의 출현 • 다양한 생물 출현	• 최초의 포유류 출현	• 포유류와 속씨식물 번성 • 최초의 인류 출현

3 인류의 기원과 발달

(1) **인류의 기원 :** 아프리카 유인원으로부터 약 500만~700만 년 전에 인류가 분화되었다.

(2) **인류와 유인원이 공통 조상으로부터 진화하였다는 증거**
① DNA 염기 서열과 아미노산 서열이 유사하다.
② 꼬리뼈, 막창자꼬리 등의 흔적 기관이 있다.
③ 사람과 침팬지의 유아기 두개골 모양이 유사하다.

(3) **인류의 진화**
① 오스트랄로피테쿠스 : 직립 보행, 간단한 도구 사용
② 호모 에렉투스 : 석기 도구 사용, 최초로 불 사용
③ 호모 사피엔스 : 크로마뇽인이 속하며, 정교한 도구 사용

자료 분석 특강 | 인류와 유인원의 특징 비교

인류	유인원
두개골 용량 1400~1600 mL	두개골 용량 400 mL 이하
턱이 작고 돌출되지 않았다.	턱이 크고 앞으로 돌출되어 있다.
송곳니가 작고 앞니와 송곳니 사이에 틈이 없다.	송곳니가 크고 앞니와 송곳니 사이에 틈이 있다.
복잡하게 구부러진 S자 모양 척추이다.	단순하게 구부러진 C자(또는 I자) 모양 척추이다.
골반이 넓어 직립 보행에 유리하다.	골반이 좁다.

테마 대표 문제

2014학년도 대수능 9월 모의평가

다음은 생물 진화의 증거로 이용되는 예이다.

(가) 박쥐의 날개와 잠자리의 날개는 발생의 기원은 다르지만 환경에 적응하여 기능이 비슷해진 기관이다.
(나) 오스트레일리아에는 동남아시아에 서식하지 않는 유대류가 서식한다.
(다) 고래의 조상으로 추정되는 동물의 화석에 뒷다리뼈가 있다.

(가)~(다)가 해당되는 진화의 증거로 옳은 것은?

	(가)	(나)	(다)
①	생물지리학적 증거	화석상의 증거	비교해부학적 증거
②	생물지리학적 증거	비교해부학적 증거	화석상의 증거
③	화석상의 증거	생물지리학적 증거	비교해부학적 증거
④	비교해부학적 증거	생물지리학적 증거	화석상의 증거
⑤	비교해부학적 증거	화석상의 증거	생물지리학적 증거

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |

- 비교해부학적 증거에는 상동 기관과 상사 기관 등이 있다.
- 오스트레일리아는 지리적으로 격리가 일어나 태반이 미발달한 유대류가 서식한다.
- 고래 조상의 화석은 고래가 육상 생활에서 수중 생활로 진화했다는 증거를 보여준다.

간략 풀이 |

박쥐의 날개와 잠자리의 날개는 상사 기관으로 비교해부학적 증거에 해당하고, 오스트레일리아의 유대류는 대륙과 지리적으로 격리되어 진화한 생물지리학적 증거에 해당하며, 고래의 화석은 화석상의 증거에 해당한다.

정답 | ④

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 33쪽

6067-0167

다음은 생물 진화의 증거에 대한 설명이다.

(가) 해부학적 형태나 구조를 비교하여 다양한 생물의 진화 과정을 추정할 수 있다.
(나) 동물들의 발생 초기 단계를 비교해 보면 성체에서 보이지 않던 유사성이 나타난다.
(다) 생물체를 구성하는 물질의 생화학적 특성을 비교하면 생물 간의 유연관계와 진화 과정을 알 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 발생 기원이 다른 박쥐의 날개와 잠자리의 날개가 환경에 적응하여 기능이 비슷해진 것은 (가)의 예이다.
ㄴ. 척추동물의 발생 초기에 근육성 꼬리와 아가미 틈이 공통적으로 나타나는 것은 (나)의 예이다.
ㄷ. (다)는 비교해부학적 증거이다.

① ㄱ　　② ㄴ　　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　　⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |

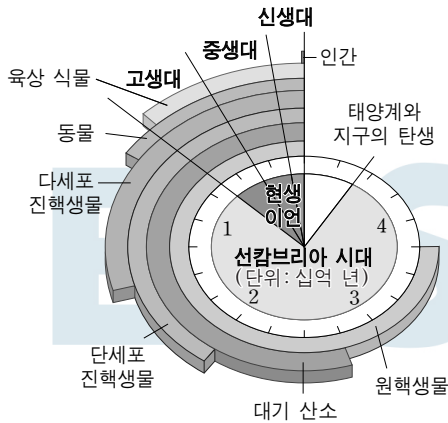
진화의 증거 중 비교해부학적 증거에 대한 내용과 진화의 증거에 대한 질문은 유사하지만, 대표 문제는 생물 진화의 증거에 대한 예를 제시하고 각각이 속한 분야를 묻고 있으며, 닮은 꼴 문제에서는 진화의 증거에 대한 설명을 제시하고 그 예를 묻는 점이 다르다.

배경 지식 |

- 상사 기관의 존재는 비교해부학적 증거의 예이다.
- 진화발생학적 증거로, 동물의 초기 발생 과정에서 형태적 유사성을 나타내는 예가 있다.
- 생물체를 구성하는 물질의 생화학적 특성을 비교하는 것은 생화학 및 분자생물학적 증거에 관한 것이다.

01

6067-0168

그림은 지구 역사의 주요 사건을 지질 시대에 따라 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 육상 생물은 약 30억 년 전에 출현하였다.
ㄴ. 지각 변동은 각 지질 시대의 생물 출현에 영향을 주는 요인 중 하나이다.
ㄷ. 선캄브리아 시대에서 공룡의 출현과 멸종이 모두 있었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0169

다음은 지질 시대 중 어떤 시기 (가)의 특징에 관한 설명이다.

• 지질 시대의 구분으로 '대' 단계의 시기이다.
• 다음과 같은 생물이 출현하거나 번성하였다.
  – 삼엽충, 완족류 등의 해양 무척추동물과 절지동물이 출현하였다.
  – 무척추동물이 번성하였고, 다양한 어류가 출현하였다.
  – 양치식물과 겉씨식물이 출현하였다.

(가)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

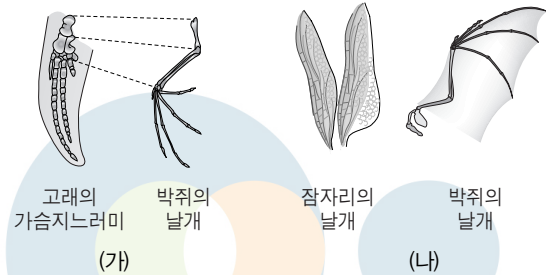
보기

ㄱ. 고생대이다.
ㄴ. 약 46억 년 간 지속되었다.
ㄷ. 현생 이언에 포함되는 시기이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0170

그림 (가)와 (나)는 각각 상동 기관과 상사 기관의 예 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 발생 기원이 같으나 기능이 서로 다른 기관이다.
ㄴ. 완두의 덩굴손과 포도의 덩굴손은 (나)와 같이 발생 기원은 다르고 기능이 같은 상사 기관의 예이다.
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 진화의 비교해부학적 증거에 해당한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0171

다음은 4종의 식물(A~D)에서 동일한 기능을 수행하는 단백질의 아미노산 서열 중 일부를 나타낸 것이다.

A : 아이소류신–트레오닌–라이신–아르지닌
B : 아이소류신–아르지닌–세린–아르지닌
C : 트레오닌–트레오닌–메싸이오닌–세린
D : 아이소류신–트레오닌–세린–아르지닌

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 나머지 부분의 아미노산 서열은 동일하고, 제시된 아미노산 서열이 유사할수록 유연관계가 가깝다.)

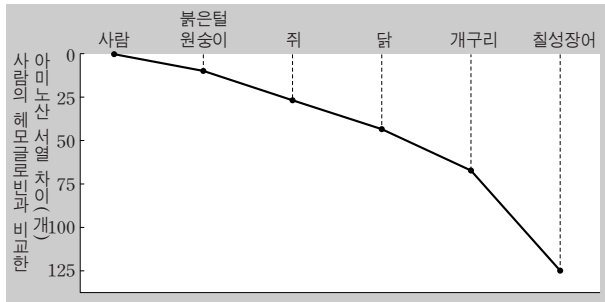
보기

ㄱ. 진화의 진화발생학적 증거에 해당한다.
ㄴ. A~D 중 A와 유연관계가 가장 가까운 종은 D이다.
ㄷ. B와 A의 유연관계는 B와 C의 유연관계보다 가깝다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0172

그림은 사람과 여러 동물의 헤모글로빈을 구성하는 아미노산의 서열 차이를, 표는 사람과 다른 동물의 공통 조상이 살았던 연대를 나타낸 것이다.

구분	공통 조상이 살았던 연대
붉은털원숭이	2600만 년 전
쥐	8000만 년 전
닭	2억 7500만 년 전
개구리	3억 3000만 년 전
칠성장어	4억 5000만 년 전

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 진화에 대한 증거 중 생화학적 증거에 해당한다.
ㄴ. 공통의 조상이 살았던 시기가 오래전일수록 헤모글로빈의 아미노산 서열 차이가 많다.
ㄷ. 사람과 쥐의 유연관계는 사람과 붉은털원숭이의 유연관계보다 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0173

다음은 생물 진화의 증거로 이용되는 예이다.

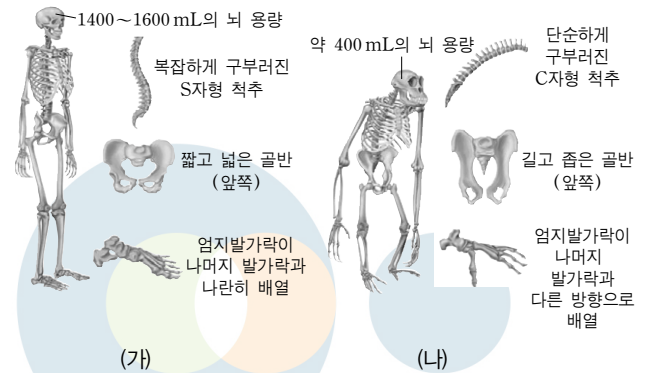
(가) 화석의 생성 연대를 측정하여 공룡이 살았던 시대를 추론한다.
(나) 고양이의 앞다리와 새의 날개는 발생 기원이 같으나 형태나 기능은 다르다.
(다) 동남아시아에는 태반이 발달한 포유류가 분포하는 데 반해, 오스트레일리아에는 태반이 발달하지 않은 포유류가 분포한다.

(가)~(다)가 해당되는 진화의 증거로 옳은 것은?

	(가)	(나)	(다)
①	비교해부학적 증거	생물지리학적 증거	화석상의 증거
②	화석상의 증거	비교해부학적 증거	분자생물학적 증거
③	분자생물학적 증거	비교해부학적 증거	생물지리학적 증거
④	분자생물학적 증거	화석상의 증거	진화발생학적 증거
⑤	화석상의 증거	비교해부학적 증거	생물지리학적 증거

07

6067-0174

그림 (가)와 (나)는 각각 사람과 유인원의 골격 구조 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $\frac{\text{팔의 길이}}{\text{다리 길이}}$는 사람이 유인원보다 크다.
ㄴ. 침팬지는 현생 유인원에 속한다.
ㄷ. 사람은 유인원에 비해 골반이 넓고 직립 보행에 유리한 골격을 가지고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

6067-0175

그림은 화석에 근거한 고래의 진화 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. 현생 고래는 (가)~(라) 중 하나에 해당하며, 발견된 화석을 순서대로 비교한 결과 고래가 물속 생활에 적응하여 점점 뒷다리가 퇴화되었음을 알 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 현생 고래는 (다)이다.
ㄴ. 진화 과정 중 (가)가 (라)보다 먼저 출현하였다.
ㄷ. (다)는 (나)보다 육상 생활에 적응이 잘 된 형태이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

유연관계가 (　　) 생물일수록 DNA의 염기 서열이 비슷하며, 생물의 기관 발생 과정을 총괄적으로 조절하는 유전자는 유연관계가 (　　) 생물들에게 공통적으로 존재하며 오랫동안 (　　)되어 있다.

09

6067-0176

그림은 공통 조상 종과 생물 종 (가)~(라)에서 동일한 기능을 하는 어떤 단백질의 일부 아미노산 서열을 나타낸 것이다. 영문자는 아미노산의 종류를 나타낸다.

공통 조상 종	KKASKPKKAASKAPTKKPKATPVKKAKKKLAATPKKAKKPKTVKAKPVKASKKAKPVK
(가)	KKAAKPKKAASKAPSKKPKATPVKKAKKKPAATPKKAKKPKVVKVKPVKASKKAKTVK
(나)	KKAAKPKKAASKAPSKKPKATPVKKAKKKPAATPKKAKKPKIVKVKPVKASKKAKPVK
(다)	KKAAKPKKAASKAPSKKPKATPVKKAKKKPAATPKKTKKPKTVKAKPVKASKKTKPVK
(라)	KKASKPKKAASKAPTKKPKATPVKKAKKKLAATPKKAKKPKTVKAKPVKASKKAKTVK

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 유연관계를 판단할 때 주어진 아미노산 서열의 유사성만 고려한다.)

보기

ㄱ. 진화의 비교해부학적 증거이다.
ㄴ. (나)와 (가)의 유연관계는 (나)와 (다)의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. (가)~(라) 중 공통 조상 종과 아미노산 서열의 차이가 가장 적은 것은 (라)이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

같은 종의 생물이 지리적으로 격리되어 오랜 세월이 흐르면 여러 종으로 분화될 수 있다는 진화의 증거는 (　　) 증거이다. 지질 시대를 3개의 이언으로 구분할 때 46억 년 전부터 20억 년 전까지를 (　　), 20억 년 전부터 5억 4천만 년 전까지를 (　　), 5억 4천만 년 전부터 1만 년 전까지를 (　　)으로 구분한다.

10

6067-0177

다음은 동물 ㉠~㉢의 진화에 대한 자료이다.

- 태평양과 카리브 해 사이에 있는 파나마 지협은 약 3백만 년 전 생성된 것으로 그 이전에는 태평양과 카리브 해가 연결되어 있었다. 파나마 지협은 다양한 해양 생물의 종 분화를 일으켰다.
- 다음은 파나마 지협을 경계로 태평양과 카리브 해에 서식하는 동물 ㉠~㉢의 지리적 분포와 계통수를 나타낸 것이다. 파나마 지협의 생성으로 인해 ㉡과 ㉢이 종 분화되어 출현하였다.

종	태평양	카리브 해
㉠	서식함	서식함
㉡	서식 안 함	서식함
㉢	서식함	서식 안 함

계통수
㉠
㉡
㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠과 ㉡의 유연관계는 ㉡과 ㉢의 유연관계보다 가깝다.
ㄴ. 생물의 진화에 지리적인 장벽이 영향을 준다는 증거이다.
ㄷ. 파나마 지협이 생성된 시기 이전에 다세포 진핵생물이 출현하였다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

09 가까운, 가까운, 보존
10 생물지리학적, 시생 이언, 원생 이언, 현생 이언

11

▶6067-0178

표는 사람과 동물 (가)와 (나)의 유연관계를 알아보기 위해 조사한 내용이다. 사이토크롬 C는 사람, (가), (나)에서 동일한 기능을 수행하는 단백질이다.

구분	사람	(가)	(나)
사람의 사이토크롬 C와 차이나는 아미노산의 수(개)	0	0	13
사람의 혈청을 토끼에게 주사하여 얻은 ㉠토끼의 혈청과 침전 반응 시 침전율(%)	100	97	3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

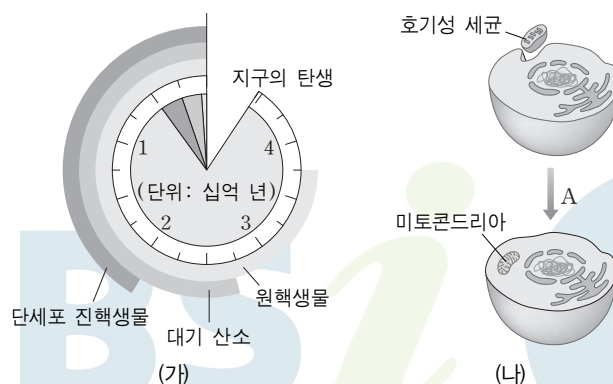
ㄱ. 진화의 생화학 및 분자생물학적 증거에 해당한다.
ㄴ. ㉠의 항체와 결합하는 물질은 (가)에서보다 (나)에서 많다.
ㄷ. (가)와 사람의 유연관계는 (나)와 사람의 유연관계보다 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11
여러 생물에서 같은 기능을 하는 단백질이 존재하지만 단백질을 구성하는 ( ) 서열에는 차이가 난다. 이 차이는 유전적인 차이이며, 진화적 유연관계의 차이를 의미한다.

12

▶6067-0179

그림 (가)는 시간에 따른 대기 산소와 생물의 출현 시기를, (나)는 진핵세포의 진화 과정 중 일부를 나타낸 것이다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A 과정은 대기 산소의 출현 이전에 일어났다.
ㄴ. 미토콘드리아는 가장 먼저 형성된 세포 소기관이다.
ㄷ. 무산소 호흡 생물이 산소 호흡 생물보다 먼저 출현하였다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
최초의 원핵생물은 ( )에서 출현하였고, ( )에서는 최초의 진핵생물이 출현하였다.

정답

11 아미노산
12 시생 이언, 원생 이언

12 생물의 분류와 계통

1 생물의 분류

(1) **분류의 개념 :** 다양한 생물들을 기준에 따라 크고 작은 집단으로 무리지어 체계적으로 구분하는 것이다.

(2) **분류의 목적 :** 생물 상호 간의 진화적인 유연관계를 밝혀 생물의 계통을 세우는 데 있다.

(3) **분류의 방법**

① 인위 분류 : 유연관계나 생물의 기본 특성을 고려하지 않고 사람의 이용 가치나 서식지 등 인위적 기준에 따라 분류하는 방법이다.

② 자연 분류 : 생물의 형태적 특징, 생리적 특징, 생태적 특징, 생식 방법, 분자생물학적 특징 등을 기준으로 생물 상호 간의 유연관계나 진화 계통에 따라 분류하는 학술적인 분류 방법이다.

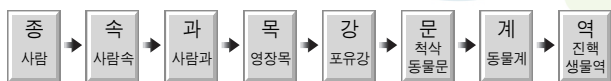
2 종의 개념과 분류의 단계

(1) **종의 개념 :** 생물을 분류하는 기본 단위이다.

① 형태학적 종 : 하나의 표준종을 기준으로 정하고, 이와 외부 형태가 유사한 생물을 같은 종으로 분류한다.

② 생물학적 종 : 자연 상태에서 자유롭게 교배가 일어나고, 교배에서 얻은 자손이 생식 능력이 있는 생물 집단이다.

(2) **분류 계급**

① 분류 계급 : 종을 기본 단위로 하여 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역으로 8단계이다.

② 종의 하위 계급 : 종을 세분화할 때, 종 아래에 아종 또는 변종 등을 사용한다.

③ 각 분류 계급을 세분화할 경우 각 계급에 '아'를 붙여 사용한다.

예 아속, 아과, 아목, 아강, 아문

3 학명

국제적으로 통용되는 생물의 명칭이다.

(1) **이명법 :** 속명과 종소명, 명명자를 표기한다.

① 속명과 종소명은 라틴어 또는 라틴어화한 단어를 사용하고, 이탤릭체로 표기한다. 속명의 첫 글자는 대문자로, 종소명의 첫 글자는 소문자로 쓴다.

② 명명자는 이름을 정체로 표기하며, 첫 글자는 대문자로 쓰고, 이름의 첫 글자만 쓰거나 생략할 수도 있다.

예 사람 : *Homo*(속명) *sapiens*(종소명) Linné(명명자), *Homo*(속명) *sapiens*(종소명) L.(명명자),

예 사람 : *Homo*(속명) *sapiens*(종소명)

(2) **삼명법 :** 종보다 하위 단계인 아종이나 변종 또는 품종을 표기할 때의 학명 표기법으로 종소명 뒤에 표기한다.

예 울도방울새 : *Carduelis*(속명) *sinica*(종소명) *clarki*(아종명)

4 계통수와 동정

(1) **계통과 계통수**

① 계통 : 각 생물이 진화해 온 경로를 바탕으로 세운 생물 상호 간의 종적인 유연관계이다.

② 계통수 : 여러 생물 사이의 유연관계를 나뭇가지 모양으로 나타낸 것이다.

③ 계통수에서 원시형 또는 조상형은 아래쪽에 위치하고, 유연관계가 가까운 생물들일수록 공통 조상의 가지에서 분기된 가지들 중 가까운 가지에 놓인다.

(2) **동정과 검색표**

① 동정 : 여러 가지 분류 형질을 이용하여 어떤 생물이 속한 생물 분류군이나 학명을 알아내는 과정이다.

② 검색표 : 쉽게 동정할 수 있도록 분류 기준이나 특징을 단계적으로 배열해 놓은 표이다.

5 생물의 분류 체계

(1) **분류 체계 :** 계통적으로 관련이 있는 생물들끼리 묶어 체계적으로 정리한 것이다.

(2) **분류 체계의 변화**

2계 분류 → 3계 분류 → 5계 분류 → 3역 6계 분류

자료 분석 특강 | 생물학적 종의 개념

암말	수탕나귀	노새

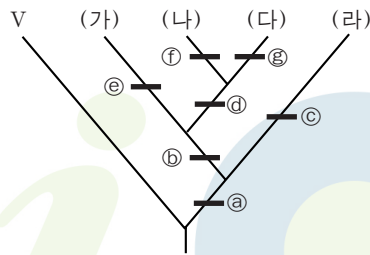
암말과 수탕나귀를 교배시키면 자손인 노새가 태어난다. 하지만 노새는 생식 능력이 없어 자손을 낳을 수 없다. 따라서 암말과 수탕나귀는 서로 다른 종으로 분류한다. 노새는 독립된 어느 종으로도 분류하지 않는다.

진돗개, 불도그, 삽살개를 서로 교배시키면 자손이 태어나고 그 자손은 생식 능력이 있다. 따라서 진돗개, 불도그, 삽살개는 서로 같은 종으로 분류한다.

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

표는 생물 종 Ⅰ~Ⅴ의 계통 유연관계를 파악할 수 있는 어떤 유전자의 뉴클레오타이드 자리 ㉠~㉦의 염기 정보이고, 그림은 ㉠~㉦에서 일어난 염기 치환 ⓐ~ⓖ를 기준으로 작성한 계통수이다. (가)~(라)는 각각 Ⅰ~Ⅳ 중 하나이다.

종	뉴클레오타이드 자리						
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥	㉦
Ⅰ	C	G	A	T	G	T	G
Ⅱ	G	A	A	A	G	T	G
Ⅲ	C	A	C	T	G	T	T
Ⅳ	C	A	A	A	T	T	G
Ⅴ	C	A	C	T	G	A	G

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 염기 치환은 각 자리에서 1회만 일어났다.)

보기

ㄱ. (가)는 Ⅱ이다.
ㄴ. ⓑ는 C에서 A로의 치환이다.
ㄷ. Ⅱ는 Ⅲ보다 Ⅰ과 유연관계가 더 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
뉴클레오타이드 자리의 염기에서 치환이 일어난 횟수가 적을수록, 계통수에서 최근에 분지되었을수록 유연관계가 가깝다.

간략 풀이 |
제시된 자료를 이용해 계통수를 작성해 보면 (가)는 Ⅰ, (나)와 (다)는 Ⅱ 또는 Ⅳ, (라)는 Ⅲ이다.

ㄱ. 계통수에서 (나)와 (다)의 유연관계가 가장 가까우며, Ⅰ~Ⅳ의 뉴클레오타이드 자리에서 Ⅱ와 Ⅳ의 차이가 가장 적으므로 Ⅱ와 Ⅳ는 각각 (나)와 (다) 중에 하나이다. (가)는 (나), (다)와 유연관계가 가까우므로 (나), (다)와 뉴클레오타이드 자리 차이가 적게 나는 Ⅰ이다.
ㄴ. ⓑ는 Ⅰ, Ⅱ, Ⅳ의 공통적인 특징이면서 Ⅲ과 차이나는 자리이므로 ⓑ는 염기 C에서 A로의 치환이다.
ㄷ. 계통수에서 Ⅱ는 Ⅲ보다 Ⅰ과 더 최근에 분지되었으므로 유연관계가 더 가깝다.

정답 | ⑤

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

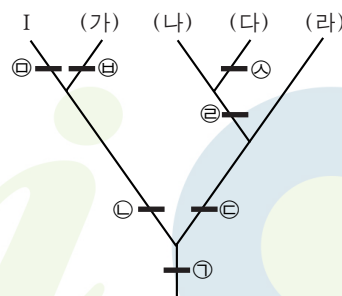
정답과 해설 35쪽

6067-0180

표는 여러 생물 종 Ⅰ~Ⅴ의 계통 유연관계를 파악할 수 있는 특징 A~G를 조사한 것이고, 그림은 특징 A~G의 유무를 기준으로 작성한 계통수이다. (가)~(라)는 각각 Ⅱ~Ⅴ 중 하나이고, ㉠~㉦은 각각 '특징 A~G 중 하나가 있음'이며, 특징 A~G 중 공통으로 갖는 것이 많을수록 유연관계가 가깝다.

종 \ 특징	A	B	C	D	E	F	G
Ⅰ	○	×	×	×	○	○	×
Ⅱ	○	×	×	○	○	×	×
Ⅲ	○	○	×	×	×	×	×
Ⅳ	○	○	○	×	×	×	○
Ⅴ	○	○	×	×	×	×	○

(○ : 특징 있음, × : 특징 없음)

Ⅰ (가) (나) (다) (라)
㉤ ㉥ ㉦ ㉣ ㉡ ㉢ ㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (라)는 Ⅲ이다.
ㄴ. ㉣은 특징 E이다.
ㄷ. Ⅱ는 특징 ㉠, ㉢, ㉣를 갖는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제와 같이 여러 생물 종의 유연관계 파악을 위한 근거를 제시하고 이를 계통수로 나타낼 수 있는지를 묻는 문제이며, 유연관계를 파악하기 위한 근거로 염기 서열을 제시한 대표 문제와 달리 각 종의 특징을 제시하였다.

배경 지식 |
- 계통수는 생물들이 가지고 있는 공통적인 특징을 근거로 나뭇가지 모양으로 나타낸 것이다.
- 유연관계가 가까운 생물들일수록 계통수에서 같은 가지의 가까운 위치에 놓인다.

01

6067-0181

다음은 사람의 학명인 *Homo sapiens* Linné와 분류 체계에 대한 세 학생의 설명이다.

제시한 설명이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① B ② A, B ③ A, C
④ B, C ⑤ A, B, C

02

6067-0182

다음은 딱정벌레목, 무당벌레과에 속하는 7종류의 곤충 표본을 분류하여 정리한 종 목록이다.

Aiolocaria hexaspilota(남생이무당벌레)
Coccinella septempunctata(칠성무당벌레)
Harmonia axyridis(무당벌레)
Harmonia yedoensis(소나무무당벌레)
Hippodamia tredecimpunctata(열석점긴다리무당벌레)
Propylea japonica(꼬마남생이무당벌레)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 모두 진핵생물역 동물계에 속한다.
ㄴ. 남생이무당벌레와 꼬마남생이무당벌레는 같은 속에 속한다.
ㄷ. 소나무무당벌레는 무당벌레와 같은 강에 속한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0183

다음은 노새와 풍진개에 대한 자료이다.

노새	풍진개
수컷 당나귀와 암말 사이의 교배에서 얻어지며, 생식 능력이 없다.	풍산개와 진돗개의 교배로 태어나며, 생식 능력이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

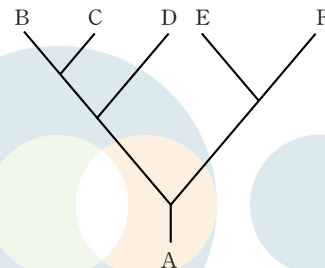
보기

ㄱ. 풍진개, 풍산개, 진돗개는 모두 같은 생물학적 종에 속한다.
ㄴ. 노새는 하나의 독립적인 생물학적 종으로 분류할 수 있다.
ㄷ. 말과 당나귀는 교배가 가능하므로 서로 같은 생물학적 종이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

6067-0184

그림은 생물학적 종 A~F의 계통수를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 B~F의 공통 조상이다.
ㄴ. C와 B의 유연관계는 C와 D의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. C는 D보다 최근에 분화되었다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0185

표는 새우 6종의 학명과 과명을 나타낸 것이다.

새우	학명	과
보리새우	*Marsupenaeus japonicous*	보리새우과
대하	*Fenneropenaeus chinensis*	보리새우과
민새우	*Parapenaeopsis tenella*	보리새우과
꽃새우	*Trachypenaeus curvirostris*	보리새우과
줄새우	*Palaemin paucidens*	징거미새우과
흰새우	*Exopalaemon orientis*	징거미새우과

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 보리새우와 대하는 같은 강에 속한다.
ㄴ. 꽃새우와 민새우의 유연관계는 꽃새우와 줄새우의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. 밀새우(*Exopalaemon carinicauda*)는 흰새우와 같은 목에 속한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0186

표는 서로 다른 식물 6종 (가)~(바)가 속하는 과와 목을 나타낸 것이다.

종	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)
과	a	a	a	b	c	a
목	A	A	A	A	B	A

다음 중 (가)~(바)의 계통수로 가장 적절한 것은?

①

②

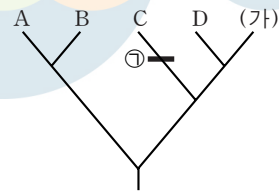
③ ④

⑤

07

6067-0187

표는 2개의 과와 3개의 속으로 이루어진 식물 종 (가)~(마)의 특징을 나타낸 것이고, 그림은 이 특징을 기준으로 작성한 계통수이다. A~D는 각각 (나)~(마) 중 하나이다. ㉠은 분류 특징이다.

특징 \ 종	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
꽃 색깔	황색	황색	적색	적색	황색
잎 모양	선형	선형	타원형	타원형	선형
수술 수(개)	2	4	4	4	2
암술 수(개)	1	2	1	2	2
꽃잎 수(개)	4	4	5	5	4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

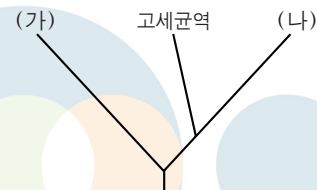
보기

ㄱ. A는 (나)이다.
ㄴ. ㉠은 '4개의 수술을 가짐'이다.
ㄷ. C와 D는 모두 꽃 색깔이 황색이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6067-0188

그림은 3역의 계통수를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 세균역이다.
ㄴ. 효모는 (나)에 속하는 생물이다.
ㄷ. (가)에 속하는 모든 생물은 세포에 미토콘드리아가 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

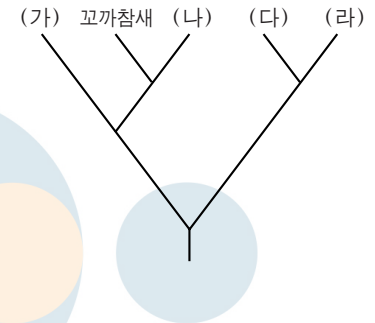
09

이명법 표기에서는 (　　) 과 종소명을 순서대로 나타내며, 유연관계가 (　　)수록 계통수에서 가까운 가지를 공유한다.

09

6067-0189

표는 참새목에 속하는 새 6종의 학명과 과명을, 그림은 이 중 5종의 유연관계를 계통수로 나타낸 것이다.

새	학명	과
참새	*Passer montanus dybowskii*	참새과
꼬까참새	*Emberiza rutila*	멧새과
멋장이새	*Pyrrhula pyrrhula rosacea*	되새과
멧새	*Emberiza cioides*	멧새과
힝둥새	*Anthus hodgsoni*	할미새과
밭종다리	*Anthus spinoletta japonicus*	할미새과

다음 중 (가)~(라)의 새로 가장 적절한 것은?

	(가)	(나)	(다)	(라)
①	밭종다리	힝둥새	멋장이새	멧새
②	멧새	참새	밭종다리	힝둥새
③	힝둥새	밭종다리	참새	멋장이새
④	참새	멧새	힝둥새	밭종다리
⑤	멋장이새	참새	밭종다리	힝둥새

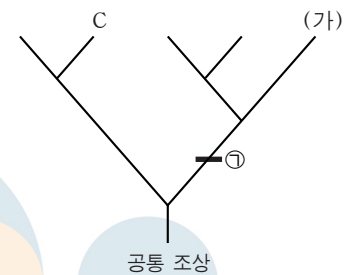
10

계통수에서 원시적이고 조상 형일수록 계통수의 (　　) 쪽에 위치한다. 계통수의 같은 가지에 속하는 생물은 서로 (　　)가 가깝다.

10

6067-0190

표는 식물 종 A~E와 이들의 공통 조상이 갖는 7가지 특징에 대한 형질을, 그림은 표에 제시된 7가지 특징에 대해 공통 조상이 갖는 형질에서 변이에 의해 나타난 형질만을 기준으로 작성된 A~E의 계통수이다. (가)는 A, B, D, E 중 하나이며 ㉠은 표에 제시된 7가지 특징 중 한 가지에 대한 형질이다.

구분	A	B	C	D	E	공통 조상
꽃잎의 모양	십자형	십자형	둥근형	십자형	둥근형	둥근형
꽃잎의 색깔	흰색	붉은색	흰색	흰색	흰색	흰색
줄기의 굵기	가는 줄기	가는 줄기	굵은 줄기	가는 줄기	가는 줄기	가는 줄기
줄기의 가시	있음	있음	없음	있음	없음	없음
잎의 모양	유선형	유선형	클로버형	유선형	클로버형	유선형
잎이 달린 형태	어긋나기	마주나기	마주나기	어긋나기	마주나기	마주나기
뿌리 모양	알뿌리	수염뿌리	수염뿌리	수염뿌리	수염뿌리	수염뿌리

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 특징 중 공통으로 나타나는 형질의 수가 많을수록 유연관계가 가깝다.)

보기

ㄱ. (가)는 B이다.
ㄴ. '줄기에 가시가 있음'은 ㉠에 해당한다.
ㄷ. 십자형의 꽃잎 모양 형질은 알뿌리 형질보다 먼저 나타났다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

09 속명, 가까울
10 아래, 유연관계

11

▶6067-0191

표는 생물 종 Ⅰ~Ⅴ의 계통 유연관계를 파악할 수 있는 어떤 유전자의 뉴클레오타이드 자리 1번~7번의 염기 정보이고, 그림은 염기 치환 ⓐ~ⓖ의 결과로 나타난 1번~7번 뉴클레오타이드 자리의 염기 서열 유사성을 기준으로 작성한 계통수이다. (가)~(라)는 각각 Ⅰ~Ⅳ 중 하나이다.

종	뉴클레오타이드 자리 번호						
	1	2	3	4	5	6	7
Ⅰ	G	G	C	T	C	G	G
Ⅱ	C	A	T	A	A	A	G
Ⅲ	C	T	T	A	A	T	G
Ⅳ	G	T	A	A	T	G	C
Ⅴ	G	T	T	A	T	C	C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 염기 치환 ⓐ~ⓖ가 일어날 때 각 뉴클레오타이드 자리에서 1회만 일어났다.)

보기

ㄱ. (가)는 Ⅰ이다.
ㄴ. Ⅲ과 Ⅱ의 유연관계는 Ⅲ과 Ⅳ의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. ⓒ는 6번 자리에서 일어난 염기 치환이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶6067-0192

표는 2개의 목과 3개의 과로 이루어진 생물 종 A~F 사이 DNA 염기 서열의 유사도(%)를, 그림은 이를 기준으로 작성한 A~F의 계통수를 나타낸 것이다. DNA 염기 서열의 유사도가 높을수록 유연관계는 가까우며, (가)~(바)는 각각 A~F 중 하나이다.

	A	B	C	D	E	F
A	100	44	71	68	16	41
B		100	52	51	13	65
C			100	96	22	36
D				100	23	41
E					100	12
F						100

(단위 : %)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 A이다.
ㄴ. C와 D는 같은 과에 속한다.
ㄷ. B와 F의 유사도는 (다)와 (라)의 유사도보다 높다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11
유연관계가 (   ) 종들에게 공통적으로 존재하는 유전자는 오랜 시간 동안의 진화 과정에서 염기 서열이 유사하게 보존된다. 계통수의 분기점이 (   )에 위치할수록 오래 전에 종 분화가 일어난 것이다.

12
두 생물의 유연관계가 (   )수록 DNA 염기 서열이 유사하다. 생물 분류의 단계는 종-(   )-(   )-목-강-문-계-역의 순으로 높아진다.

정답

11 가까운, 아래쪽
12 가까울, 속, 과

THEME

13 생물의 다양성

1 세균역 – 진정세균계

(1) 진정세균계의 특징

① 우리 주변의 세균 대부분이 이에 속하며, 1~5 μm 정도 크기의 단세포 원핵생물이다.

② 펩티도글리칸을 함유하는 세포벽을 가지며, 막 구조를 갖는 세포 소기관이 없고, 유전 물질인 DNA가 세포질에 있다.

③ 대부분 분열법으로 증식하며, 환경이 좋지 않을 때는 포자를 형성하거나 접합을 하기도 한다.

(2) 진정세균계의 분류(영양 방식에 따른 분류)

① 종속 영양 세균 : 대부분 병원균이거나, 분해자로서 생태계의 물질 순환에 기여한다. 모양에 따라 구균(폐렴균), 간균(대장균, 결핵균), 나선균(매독균)으로 분류한다.

② 독립 영양 세균

- 광합성 세균 : 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성한다.
  예 남세균, 녹색황세균, 홍색황세균 등
- 화학 합성 세균 : 무기물을 산화시켜 얻은 화학 에너지를 이용하여 유기물을 합성한다. 예 철세균, 황세균 등

2 고세균역 – 고세균계

(1) 고세균계의 특징

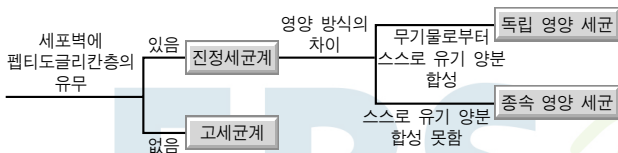
① 단세포 원핵생물이며, 세포벽에 펩티도글리칸 성분을 가지지 않는다.

② 일반적인 생물이 서식할 수 없는 극한 환경에 서식한다.

(2) 고세균계의 분류(생리적, 형태적, 분자 생물학적 특징에 따른 분류)

① 호열성 고세균 : 화산온천, 심해 열수구에 서식한다.

② 호염성 고세균 : 염분의 농도가 높은 사해, 염전에 서식한다.

③ 메테인 생성균 : 습지, 늪 등 산소가 부족한 곳에 서식한다.

3 진핵생물역 – 원생생물계

(1) 원생생물계의 특징

① 식물계, 균계, 동물계 이외의 모든 진핵생물이다.

② 대부분 단세포이지만 군체를 이루거나 다세포인 생물도 있다.

③ 대부분 분열법과 같은 무성 생식을 하며, 접합에 의한 유성 생식을 하기도 한다.

(2) 원생생물계의 분류 : 원생생물은 영양 방식, 운동 기관의 종류, 엽록소의 종류, 세포 및 조직 단계 등에 따라 분류하기도 하지만 최근까지도 분류 기준이 계속 수정되고 있다.

① 유글레나류 예 유글레나 ② 포자충류 예 말라리아 병원충

③ 섬모충류 예 짚신벌레, 나팔벌레

④ 규조류 예 뿔돌말, 깃돌말 ⑤ 갈조류 예 미역, 다시마

⑥ 녹조류 예 해캄, 클로렐라 ⑦ 홍조류 예 김, 우뭇가사리

⑧ 아메바류 예 아메바, 태양충

⑨ 이외에도 점균류, 편모충류, 물곰팡이류, 황적조류 등 다양한 원생생물이 있다.

4 진핵생물역 – 식물계

(1) 식물계의 특징

① 세포와 조직이 분화되어 있는 다세포성 진핵생물이다.

② 광합성 색소로 엽록소 a와 b, 카로티노이드를 가지고 있어 광합성을 하는 독립 영양 생물이다.

③ 세포벽의 주성분은 셀룰로스이며, 운동성이 없고, 주로 육상 생활을 한다.

④ 육상 생활을 하는 식물은 건조한 환경에 견딜 수 있도록 줄기와 잎의 표면에 큐티클층이 있어 수분 손실을 방지한다.

(2) 식물계의 분류 : 관다발 유무, 번식 방법, 씨방 유무 등에 의해 분류한다.

① 선태식물 예 솔이끼, 우산이끼 등

㉠ 습지에서 살며, 육상으로 옮겨가는 중간 단계의 식물이다.

㉡ 관다발이 없으며, 헛뿌리를 가진다.

㉢ 본체는 배우체(n)이고, 포자체($2n$)는 배우체에 일시적으로 붙어 있다.

자료 분석 특강 | 원생생물계의 계통수

- 영양 방식에 따라 독립 영양 생물과 종속 영양 생물로 분류한다.
- 엽록소가 있는 조류는 엽록소의 종류에 따라 분류한다.
- 종속 영양을 하며 포자를 형성하지 않는 원생동물은 운동 기관의 종류에 따라 분류한다.
  → 섬모충류(섬모), 편모충류(편모), 아메바류(위족)

② 양치식물 예 고사리, 쇠뜨기 등
㉠ 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하고, 헛물관과 체관으로 이루어진 관다발이 있다.
㉡ 관다발에는 형성층이 없다.
㉢ 본체는 포자체($2n$)이고, 전엽체가 배우체(n)이다.

③ 종자식물
㉠ 겉씨식물 예 은행나무, 소나무, 전나무 등
• 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있다.
• 헛물관과 체관으로 이루어진 관다발이 있으며, 형성층이 있어 부피 생장을 한다.
㉡ 속씨식물 예 옥수수(외떡잎식물), 장미(쌍떡잎식물) 등
• 밑씨가 씨방에 싸여 있다.
• 물관과 체관으로 이루어진 관다발이 있으며, 쌍떡잎식물은 형성층이 있고, 외떡잎식물은 형성층이 없다.

5 진핵생물역 – 균계

(1) 균계의 특징
① 효모와 같은 단세포도 있지만 대부분 다세포인 진핵생물로 종속 영양 생물이다.
② 효모는 균사가 없지만 대부분 균계의 몸은 균사로 이루어져 있으며 키틴 성분의 세포벽을 가지고 있고, 운동성이 없다.
③ 광합성 색소가 없어 광합성을 못하며, 생태계에서 분해자 역할을 한다.

(2) 균계의 분류 : 균사의 격벽 유무와 포자 형성 방법에 따라 분류한다.
① 접합균류 예 검은빵곰팡이, 털곰팡이 등
㉠ 균사에 격벽이 없어 하나의 세포에 여러 개의 핵이 있는 다핵체이다.
㉡ 포자를 만들어 무성 생식을 하지만 환경이 생존에 불리할 때는 접합 포자를 형성하는 유성 생식을 한다.
② 자낭균류 예 효모, 붉은빵곰팡이, 푸른곰팡이, 누룩곰팡이 등
균사에 격벽이 있고, 무성 생식은 분생 포자로 하며, 유성 생식 과정에서는 자낭 포자를 만든다.
③ 담자균류 예 송이버섯, 느타리버섯 등
균사에 격벽이 있고, 균사가 모여 자실체를 형성하며, 유성 생식 과정에서는 담자 포자를 만든다.

6 진핵생물역 – 동물계

(1) 동물계의 특징
① 세포벽이 없는 다세포성 진핵생물로, 종속 영양 생물이다.
② 대부분 여러 가지 운동 기관으로 이동하며 먹이를 섭취한다.
③ 대부분 신경계, 소화계, 생식계, 근육계, 배설계 등의 기관계가 발달되어 있다.

(2) 배엽의 수에 따른 분류

무배엽성	2배엽성	3배엽성
예 해면동물	예 자포동물(강장동물)	예 편형동물, 선형동물, 윤형동물, 연체동물, 환형동물, 절지동물, 극피동물, 척삭동물
• 포배 단계에서 발생이 끝남 • 체제 수준은 세포 단계임	• 낭배 단계에서 발생이 끝나 외배엽과 내배엽을 가짐 • 체제 수준은 조직 단계임	• 외배엽, 내배엽, 중배엽을 가짐 • 체제 수준은 세포, 조직, 기관, 기관계 등으로 구성됨

(3) 원구와 입의 관계에 따른 분류(3배엽성 동물 분류)

선구동물	후구동물
예 편형동물, 선형동물, 윤형동물, 연체동물, 환형동물, 절지동물	예 극피동물, 척삭동물
원구 → 입, 항문	원구 → 항문, 입
• 원구가 입이 됨	• 원구가 항문이 됨

(4) 체강의 유무와 종류에 따른 분류(3배엽성 동물 분류)

무체강	의체강(원체강)	진체강
예 편형동물	예 선형동물, 윤형동물	예 연체동물, 환형동물, 절지동물, 극피동물, 척삭동물
내배엽, 중배엽, 외배엽	의체강, 내배엽, 중배엽, 외배엽	진체강, 중배엽, 내배엽, 외배엽
• 체강이 없음	• 중배엽성 조직으로 완전히 싸이지 않은 난할강(포배강)이 그대로 남아 체강이 됨	• 중배엽성 조직으로 완전히 둘러싸인 체강이 있음

(5) 척삭의 형성 여부에 따른 분류 : 무척삭동물(척삭동물을 제외한 모든 동물), 척삭동물(미삭동물, 두삭동물, 척추동물)

자료 분석 특강 | 식물계와 동물계의 계통수

구분		종자 없음	종자 있음: 씨방 없음	종자 있음: 씨방 있음
관다발 식물		양치식물	겉씨식물	속씨식물
비관다발 식물		선태식물		

구분		선구동물	후구동물
3배엽	진체강	절지동물, 환형동물, 연체동물	척삭동물, 극피동물
3배엽	의체강	선형동물, 윤형동물	
3배엽	무체강	편형동물	
2배엽(낭배)		자포동물	
무배엽(포배)		해면동물	

접근 전략 / 간략 풀이

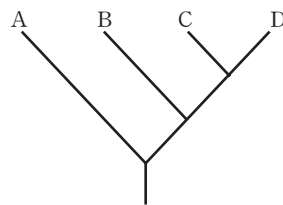
접근 전략 |
효모는 균계, 대장균은 진정세균계, 우산이끼는 식물계, 해파리는 동물계에 속한다. 식물계는 독립 영양 생물이고, 균계와 동물계는 종속 영양 생물이므로 균계와 식물계 사이보다 균계와 동물계 사이의 유연관계가 더 가깝다.

간략 풀이 |
ㄱ. A는 진정세균계에 속하는 대장균이고, B는 식물계에 속하는 우산이끼이다. 대장균은 단세포 생물이지만 우산이끼는 다세포 생물이다.
ㄴ. 우산이끼의 생활사에는 정자와 난자를 만드는 배우체 시기와 포자를 만드는 포자체 시기가 번갈아가며 나타난다.
ㄷ. C와 D는 각각 균계와 동물계 중 하나이며, 모두 종속 영양 생물이다.

정답 | ⑤

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

그림은 3역 6계 분류 체계에 따른 4종류의 생물 A~D의 계통수를 나타낸 것이다. A~D는 각각 효모, 대장균, 우산이끼, 해파리 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A와 B는 모두 단세포 생물이다.
ㄴ. B는 포자를 형성한다.
ㄷ. C와 D는 모두 종속 영양 생물이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

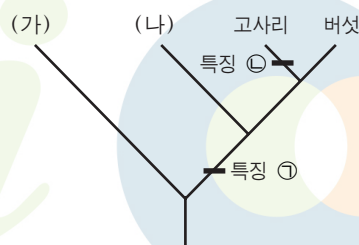
유사점과 차이점 |
대표 문제에서는 세균역과 진핵생물역에 속하는 생물들을 비교한 반면, 닮은 꼴 문제에서는 세균역, 고세균역, 진핵생물역에 속하는 생물을 모두 비교하였다.

배경 지식 |
• 남세균은 세균역, 메테인 생성균은 고세균역에 속한다.
• 고세균은 진정세균과의 유연관계보다 진핵생물과의 유연관계가 더 가깝다.
• 진정세균과 고세균은 핵이 발달하지 않은 원핵생물이다.
• 고사리는 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하며, 관다발이 있다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 38쪽

6067-0193

그림은 3역 6계 분류 체계에 따른 4가지 생물의 계통수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 세균역에 속하는 남세균과 고세균역에 속하는 메테인 생성균 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

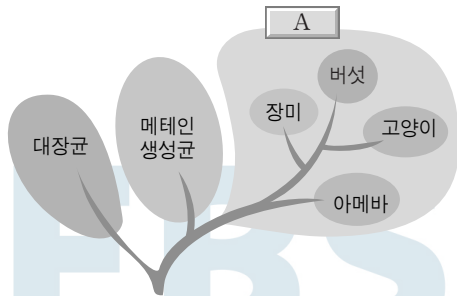
보기

ㄱ. (가)는 메테인 생성균, (나)는 남세균이다.
ㄴ. '핵막 있음'은 특징 ㉠에 해당한다.
ㄷ. '관다발 있음'은 특징 ㉡에 해당한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

6067-0194

그림은 6종류의 생물을 3역 분류 체계에 따라 분류한 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 버섯은 독립 영양 생물이다.
ㄴ. 대장균은 펩티도글리칸을 함유한 세포벽을 갖는다.
ㄷ. A에 속하는 생물은 세포 내에 막으로 이루어진 세포 소기관을 갖는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0195

그림은 고세균역에 속하는 3종류의 생물을 나타낸 것이다.

메테인 생성균

호염성 고세균

호열성 고세균

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 메테인 생성균은 막으로 둘러싸인 핵을 갖는다.
ㄴ. 메테인 생성균의 세포벽에는 펩티도글리칸 성분이 함유되어 있지 않다.
ㄷ. 호염성 고세균과 호열성 고세균은 모두 몸이 균사로 되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

6067-0196

표는 진정세균계에 속하는 생물들을 분류 기준 X에 따라 집단 (가)와 (나)로 분류한 것이다.

(가)	(나)
남세균, 녹색황세균	대장균, 콜레라균, 폐렴균

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 핵이 있고, (나)는 핵이 없다.
ㄴ. (가)와 (나)는 모두 키틴 성분의 세포벽을 갖는다.
ㄷ. 광합성 여부는 분류 기준 X에 해당한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

6067-0197

표는 각각 3역 중 하나에 속하는 생물 3종의 특징을 비교한 것이다.

특징 \ 분류 집단	(가)	(나)	(다)
핵막	없다	없다	있다
막으로 이루어진 세포 소기관	㉠	없다	있다
펩티도글리칸 성분의 세포벽	없다	있다	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

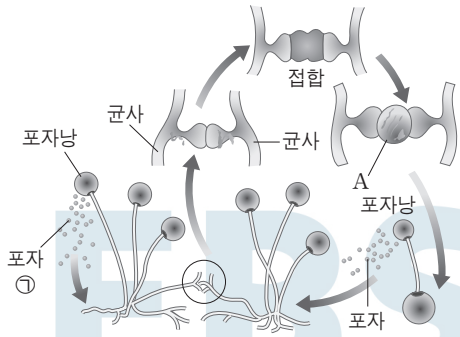
보기

ㄱ. (가)와 (나)는 모두 원핵생물이다.
ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 '없다'이다.
ㄷ. (다)와 (나)의 유연관계보다 (다)와 (가)의 유연관계가 더 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0198

그림은 검은빵곰팡이의 생활사를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 균사에는 격벽이 발달해 있다.
ㄴ. A가 형성되는 것은 유성 생식 과정이다.
ㄷ. 포자 ㉠을 통해 번식하는 것은 무성 생식 과정이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0199

표는 생물 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 대장균, 푸른곰팡이, 고사리 중 하나이다.

생물 \ 특징	광합성 색소	핵막	생식 방법
(가)	없음	없음	분열법
(나)	있음	있음	포자
(다)	없음	있음	포자

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 단세포 생물이다.
ㄴ. (다)는 종속 영양 생물이다.
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 세포벽을 가지고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6067-0200

표는 4가지 동물군의 특징을 나타낸 것이다. A~D는 각각 절지동물, 척삭동물, 편형동물, 해면동물 중 하나이다.

동물군 \ 특징	중배엽	체강	척삭
A	×	×	×
B	○	×	×
C	○	○	×
D	○	○	○

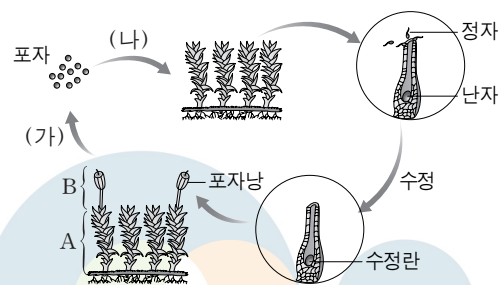
(○ : 있음, × : 없음)

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A는 배엽이 형성되지 않는다.
② 플라나리아는 B에 속한다.
③ C는 선구동물, D는 후구동물이다.
④ C는 중배엽성 조직으로 완전히 둘러싸인 체강을 갖는다.
⑤ 척추동물은 D에 속하지 않는다.

08

6067-0201

그림은 솔이끼의 생활사를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

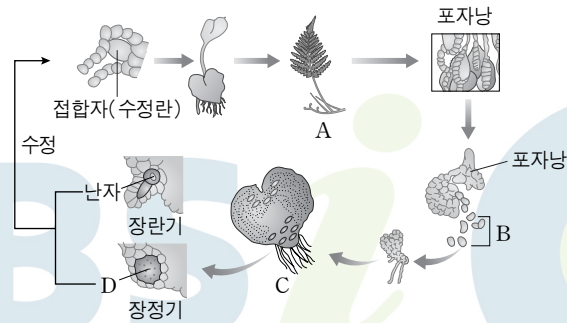
보기

ㄱ. A는 포자체, B는 배우체이다.
ㄴ. A에서는 포자가 만들어지고, B에서는 정자와 난자가 만들어진다.
ㄷ. (가) 과정에서는 감수 분열이, (나) 과정에서는 체세포 분열이 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6067-0202

그림은 고사리의 생활사를 나타낸 것이다. A~D는 각각 배우체, 정자, 포자, 포자체 중 하나이다.

A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수정란은 서로 다른 개체의 정자와 난자의 수정에 의해 생성되었다.)

보기

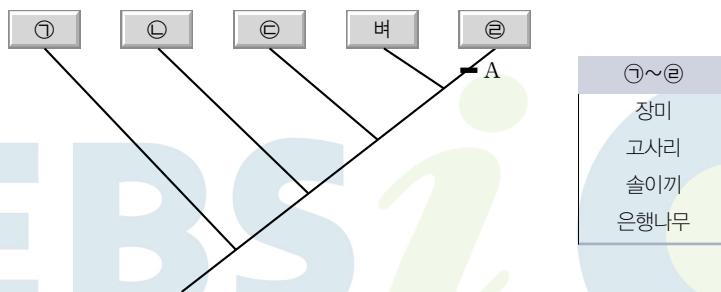
ㄱ. A에는 관다발이 존재한다.
ㄴ. 하나의 포자낭에서 만들어진 B는 유전자형이 모두 같다.
ㄷ. C에서 D가 만들어질 때 감수 분열이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

6067-0203

그림은 식물 5종의 계통수를, 표는 식물 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이다.

㉠~㉣
장미
고사리
솔이끼
은행나무

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 선태식물에 속한다.
ㄴ. 종자 형성 유무는 ㉡과 ㉢을 분류하는 기준이 된다.
ㄷ. '떡잎이 2장이다.'는 특징 A에 해당한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
고사리는 ( ), ( ), ( )의 구분이 뚜렷하고 관다발이 있다. 포자체 잎의 뒷면에는 ( )이 있는데, ( )을 통해 포자를 만든다.

10
포자로 번식하고 관다발이 없는 식물은 ( )이고, 포자로 번식하며 관다발을 가지고 있는 식물은 ( )이며, 종자로 번식하는 식물은 ( )이다. 속씨식물은 ( )에 따라 쌍떡잎식물과 외떡잎식물로 구분된다.

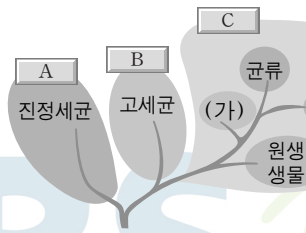
정답

09 뿌리, 줄기, 잎, 포자낭, 감수 분열
10 선태식물, 양치식물, 종자식물, 떡잎의 수

11
(　　)역과 (　　)역에 속하는 생물은 막으로 싸여 있는 세포 소기관을 갖지 않는 반면, (　　)역에 속하는 생물은 막으로 싸여 있는 세포 소기관을 갖는다.

11

6067-0204

그림은 3역 6계 분류 체계를, 표는 세포 소기관 ㉠~㉢의 특징을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 엽록체, 리보솜, 미토콘드리아 중 하나이다.

세포 소기관	막 구조	주요 기능
㉠	막 구조 아님	단백질 합성
㉡	2중막	ATP 합성
㉢	2중막	포도당 합성

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

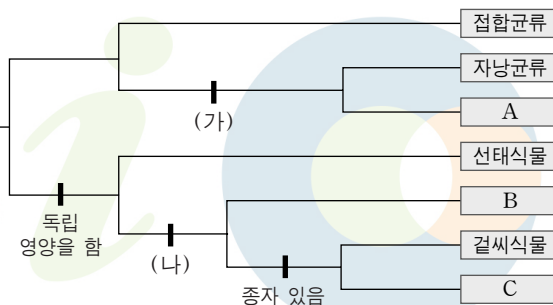
ㄱ. (가)에 속하는 생물은 독립 영양 생물이다.
ㄴ. 3역에 속하는 모든 생물은 ㉠을 가지고 있다.
ㄷ. A에 속하는 모든 생물은 ㉡을 갖지 않는다.
ㄹ. 세포 소기관 ㉢의 유무는 A와 B를 분류하는 기준이 된다.

① ㄱ, ㄷ　② ㄱ, ㄹ　③ ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

12
접합균류는 유성 생식으로 (　　)를 만들고, 자낭균류는 (　　), 담자균류는 (　　)를 만든다. 자낭균류는 균사 끝에서 형성되는 (　　)로 무성 생식을 한다.

12

6067-0205

그림은 여러 가지 기준에 따라 균계와 식물계를 분류한 것을 나타낸 것이다. A~C는 각각 담자균류, 속씨식물, 양치식물 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① '균사에 격벽 있음' 은 (가)에 해당한다.
② '관다발 있음' 은 (나)에 해당한다.
③ A는 담자 포자를 형성한다.
④ B는 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하지 않다.
⑤ C의 예로는 장미가 있다.

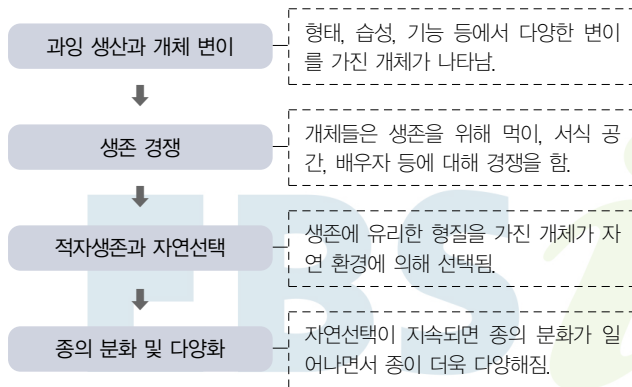
정답

11 세균, 고세균, 진핵생물
12 접합 포자, 자낭 포자, 담자 포자, 분생 포자

THEME
14 개체군의 진화

1 진화설

(1) **라마르크의 용불용설** : 계속 사용하는 기관은 더 발달하고 그렇지 않은 기관은 퇴화한다는 설이다. 생물이 후천적으로 획득한 형질이 유전되어 진화가 일어난다고 주장하였으나 획득 형질은 유전되지 않으므로 잘못된 이론으로 판정되었다.

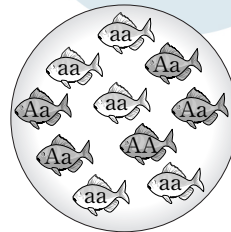
(2) **다윈의 자연선택설** : 생물은 살아남을 수 있는 것보다 더 많은 수의 자손을 생산하므로 개체 사이에 생존 경쟁이 일어나며, 개체 변이를 통해 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체는 불리한 형질을 가진 개체에 비해 생존율이 높아 더 많은 자손을 남기므로 개체군 내에는 환경 적응에 유리한 형질의 빈도가 높아지게 된다는 설이다. 하지만, 개체들의 변이가 어떻게 일어나 유전되는지 구체적으로 설명하지 못한 점은 자연선택설의 한계이다.

(3) **다윈 이후 진화설** : 생식질 연속설, 돌연변이설, 격리설, 정향 진화설, 교잡설 등이 있다.

(4) **현대 진화설(종합설)**
① 집단 유전학과 자연선택설을 종합한 것으로 개체군 내에서 생존에 유리한 변이를 가진 개체가 자연선택되고, 지리적 · 생식적 격리나 교잡을 통해 생물의 진화가 일어난다.
② 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자 흐름(이주), 격리 등의 변화 요인에 의해 유전자풀이 변화되어 새로운 종으로 분화된다.
③ 진화의 단위를 개체가 아닌 개체군(집단)으로 본다.

2 집단 유전과 진화

(1) **유전자풀** : 한 개체군(집단)을 구성하는 모든 개체들이 가지고 있는 대립 유전자 전체를 말한다.

(2) **대립 유전자 빈도** : 유전자풀에서 각 대립 유전자의 상대적 출현 빈도를 말한다.

(3) **진화** : 개체군 수준에서 대립 유전자의 빈도에 변화가 일어난 것을 말한다.

유전자형

- 물고기 몸 색 유전자를 구성하는 전체 대립 유전자 수 : 20개
- 대립 유전자 A와 a의 개수 : A=6개, a=14개
- 각 대립 유전자의 빈도
  A의 빈도(p)$=\frac{6}{20}=0.3$
  a의 빈도(q)$=\frac{14}{20}=0.7$
- 대립 유전자 빈도의 합($p+q$)$=1$

대립 유전자의 빈도 계산

3 유전적 평형과 하디-바인베르크 법칙

(1) **유전적 평형** : 세대가 바뀌어도 대립 유전자의 종류와 빈도가 변하지 않는 집단을 유전적 평형 상태에 있다고 한다.

(2) **하디-바인베르크 법칙** : 유전적 평형 상태에 있는 멘델 집단에서는 대를 거듭하여도 대립 유전자의 빈도가 변하지 않고 일정하게 유지된다는 법칙이다.

(3) **멘델 집단** : 진화가 일어나지 않는 집단으로 유전적 평형이 유지되는 가상의 집단이다.
① 집단의 크기가 충분히 커야 한다.
② 다른 집단과의 유전자 흐름이 없어야 한다.
③ 집단 내에서 개체 간의 교배가 자유롭게 일어나야 한다.
④ 돌연변이가 일어나지 않아야 한다.
⑤ 특정 대립 유전자에 대한 자연선택이 일어나지 않아야 하고, 집단 내 구성원의 생존력이 동일해야 한다.

자료 분석 특강 | 하디-바인베르크 법칙 적용

500마리의 파랑발가마우지가 살고 있는 다음과 같은 멘델 집단이 있다.

- 수컷과 암컷의 비는 1 : 1이다.
- '물갈퀴가 없는 발가락 형질'을 나타내는 대립 유전자는 W, '물갈퀴가 있는 발가락 형질'을 나타내는 대립 유전자는 w이며, W는 w에 대해 우성이다.
- 집단 내에서 표현형과 유전자형에 따른 개체수는 오른쪽과 같다.

표현형			
유전자형	WW	Ww	ww
개체수	㉠	㉡	20마리

1. 대립 유전자 w의 빈도 q는?
$q^2=\frac{20}{500}$이므로 $q=0.2$이다.
2. 대립 유전자 W의 빈도 p는?
$p+q=1$이므로 $p=0.8$이다.
3. 유전자형이 이형 접합(Ww)인 개체의 빈도는?
$2pq(=2\times0.8\times0.2)$이므로 0.32이다.
4. ㉠과 ㉡의 수는?
㉠은 $p^2=0.64$이므로 $500\times0.64=320$마리,
㉡은 $2pq=0.32$이므로 $500\times0.32=160$마리이다.

(4) 하디-바인베르크 법칙의 증명

① 어떤 멘델 집단에서 두 대립 유전자 A와 a가 존재할 때 A와 a의 유전자 빈도를 각각 p, q라고 하면($p+q=1$), 자손(F_1)의 유전자형 빈도는 표와 같다.

정자 \ 난자	A(p)	a(q)
A(p)	AA(p^2)	Aa(pq)
a(q)	Aa(pq)	aa(q^2)

② F_1의 유전자형 AA, Aa, aa의 빈도는 각각 p^2, $2pq$, q^2이며, F_1에서 A와 a의 대립 유전자 빈도를 계산하면 다음과 같다.

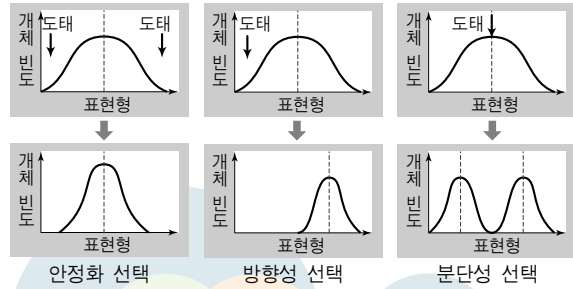
- 대립 유전자 전체의 빈도 : $p^2+2pq+q^2=(p+q)^2=1$
- 대립 유전자 A의 빈도 : $p^2+2pq\times\frac{1}{2}=p(p+q)=p$
- 대립 유전자 a의 빈도 : $q^2+2pq\times\frac{1}{2}=q(p+q)=q$

③ 세대가 거듭되더라도 부모 집단에서 나타나는 대립 유전자 A의 빈도 p와 a의 빈도 q는 자손에서도 계속 동일하게 유지된다.

4 유전자풀의 변화 요인

집단의 유전자풀에 변화를 일으켜 유전적 평형을 깨뜨림으로써 진화의 동력을 제공하는 요인으로는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자 흐름(이주), 성선택이 있다.

(1) **돌연변이** : 개체의 유전 물질인 DNA가 변하여 집단 내에 존재하지 않던 대립 유전자가 형성되는 것으로, 새로운 유전자를 제공하여 유전자풀을 변화시킨다. 돌연변이가 일어난 개체가 환경에 적응하여 많은 자손을 낳을 경우 집단 내에 돌연변이 유전자의 빈도가 높아질 수 있다.

(2) **자연선택** : 환경의 변화에 의해 집단 내에서 특정 유전자를 가진 개체가 자연선택에 의해 자손을 많이 남기게 되면 집단의 유전자풀이 변화된다. 집단 내에서 어떤 표현형이 생존에 유리한가에 따라 자연선택의 유형은 안정화 선택, 방향성 선택, 분단성 선택의 세 가지 유형으로 나타난다.

① 안정화 선택 : 중간 정도의 특성을 나타내는 개체들이 선택되어 개체수가 많아지는 유형이다. 변이는 감소하지만 변이의 평균값은 변하지 않는다. 예 체중이 3~4 kg 정도인 신생아의 생존율이 높다.

② 방향성 선택 : 평균에서 벗어난 한쪽 극단의 특정 형질이 선택되어 개체수가 많아지는 유형이다. 변이의 평균값이 변화된다.
예 키가 큰 기린의 자연선택

③ 분단성 선택 : 양 극단의 형질을 가진 개체들이 선택되어 개체수가 많아지는 유형이다. 종 분화의 가능성이 높다. 예 카메룬의 핀치새의 경우 부리의 크기가 확실히 다른 두 집단으로 나뉘었다.

(3) **유전적 부동** : 우연한 사건으로 인해 유전자풀에 무작위적인 변화가 일어나는 현상으로 집단의 크기가 작고 고립된 집단에서 잘 일어난다. 창시자 효과와 병목 효과가 있다.

(4) **유전자 흐름(이주)** : 집단 간에 새로운 대립 유전자가 집단 내로 유입(이입)되거나, 집단 밖으로 유출(이출)되어 유전자풀이 변할 수 있다.

(5) **성선택** : 특정한 유전 형질을 가진 개체가 그 형질을 가지지 못한 다른 개체보다 짝을 얻는 데 유리하다면 유리한 쪽으로 진화한다.

① 성내 선택 : 같은 성의 개체들이 다른 성의 개체를 차지하기 위해 동성끼리 경쟁하는 현상을 말한다.

② 성간 선택 : 한쪽 성(예를 들어 암컷)에 의해 다른 성(수컷)의 형질이 선택되는 현상을 말한다.

자료 분석 특강 | 유전자풀의 변화 요인

돌연변이	자연선택	유전적 부동	유전자 흐름(이주)
돌연변이로 새로운 유전자가 제공되어 유전자풀 변화 예 곤충 중 우연히 살충제 내성 유전자를 가진 개체 출현	환경에 적합한 유전자를 가진 개체가 자손을 많이 남겨 유전자풀 변화 예 공업암화, 살충제 내성 곤충의 자연선택	• 병목 효과 : 자연 재해 등에 의해 집단 크기가 급격히 감소할 때 유전자풀 변화 • 창시자 효과 : 모집단으로부터 소수의 개체들이 우연히 분리되어 유전자풀이 다른 집단 형성	집단 간에 새로운 대립 유전자가 이입되거나 이출되어 유전자풀 변화
방사선, 화학 물질			이입 이출

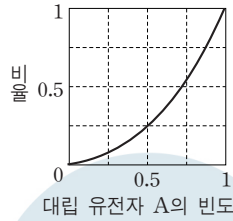
테마 대표 문제

2016학년도 대수능

다음은 어떤 동물로 구성된 여러 멘델 집단에 대한 자료이다.

- 이 동물의 몸 색은 검은 몸 대립 유전자 A와 회색 몸 대립 유전자 A*에 의해 결정된다.
- 각 집단에서 A와 A*의 빈도의 합은 1이고, 검은 몸 개체의 비율과 회색 몸 개체의 비율의 합은 1이다.
- 그림은 각 집단 내 A의 빈도에 따른 검은 몸 개체의 비율과 회색 몸 개체의 비율 중 하나를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 대립 유전자 A는 A*에 대해 우성이다.

ㄴ. A*의 빈도가 A의 빈도의 2배인 집단에서 유전자형 빈도는 AA*가 AA의 4배이다.

ㄷ. A의 빈도가 0.2, 0.5, 0.8인 세 집단에서 각 집단의 회색 몸 개체의 비율을 평균한 값은 $\frac{2}{3}$보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |

하디-바인베르크 평형을 유지하는 집단의 대립 유전자 빈도에 대한 유전자형의 빈도에 대해 이해해야 한다.

간략 풀이 |

ㄱ. 검은 몸 대립 유전자 A의 빈도가 1일 때 그래프의 비율이 1이므로 그래프는 검은 몸 개체의 비율을 나타낸 것이다. 따라서 A의 빈도가 0.5일 때 검은 몸 개체의 비율이 0.25이므로 A는 A*에 대해 열성이다.

ㄴ. A*의 빈도가 A의 빈도의 2배인 집단은 $p=2q$이다. 따라서 유전자형 AA*가 $2pq=4q^2$이고, AA가 q^2이므로 AA*가 AA의 4배이다.

ㄷ. A의 빈도가 0.2이면 회색 몸인 개체의 비율은 $0.64+0.32=0.96$이다. A의 빈도가 0.5일 때는 $0.25+0.5=0.75$이고, 0.8일 때는 $0.04+0.32=0.36$이다. 따라서 이들의 평균은 0.69이므로 $\frac{2}{3}$보다 크다.

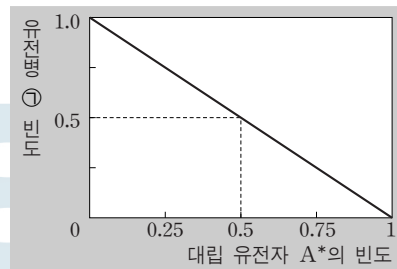
정답 | ⑤

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 40쪽

6067-0206

다음은 하디-바인베르크 평형이 유지되는 여러 집단에 대한 자료이다.

- 각 집단에서 사람 수는 10000명이며, 남녀의 수는 동일하다.
- 유전병 ㉠은 대립 유전자 A와 A*에 의해 결정된다.
- 우성 대립 유전자의 빈도를 p, 열성 대립 유전자의 빈도를 q라고 할 때 $p+q=1$이다.
- 유전병 ㉠은 남녀 모두에게 나타나며, 남자보다 여자에게서 많이 나타난다.
- 그림은 각 집단의 남자 중에서 대립 유전자 A* 빈도에 따른 유전병 ㉠을 가진 남자의 빈도를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A와 A*는 X 염색체에 존재한다.

ㄴ. A*는 우성 대립 유전자이다.

ㄷ. A*의 빈도가 0.5인 집단에서 유전병 ㉠이 발현되는 남자와 여자의 빈도는 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |

대표 문제는 상염색체에 의한 유전에서 유전자형의 빈도를 묻고 있지만 닮은 꼴 문제는 성염색체에 의한 유전에서 유전자형의 빈도를 묻고 있다.

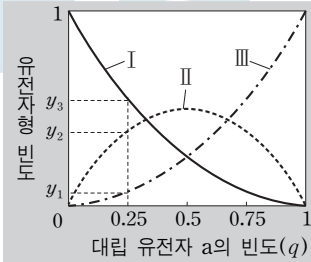
배경 지식 |

- 멘델 집단에서 두 대립 유전자 A와 a의 빈도를 각각 p, q라고 하면, $p+q=1$이다.
- 대립 유전자 A의 빈도를 p, 대립 유전자 a의 빈도를 q라고 할 때, 유전자형 AA의 빈도는 p^2, Aa의 빈도는 $2pq$, aa의 빈도는 q^2이다.

01

▶ 6067-0207

다음은 어떤 동물로 구성된 여러 멘델 집단에 대한 자료이다.

- 각 집단의 개체수는 3600이다.
- 각 집단에서 대립 유전자 A와 a의 빈도는 각각 p와 q이고, $p+q=1$이다.
- 그림은 각 집단 내 대립 유전자 a의 빈도(q)에 따른 유전자형 AA, Aa, aa의 빈도를 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅲ은 각각 AA, Aa, aa의 빈도 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 유전자형이 Aa인 개체의 빈도는 $p=q$일 때 최대이다.

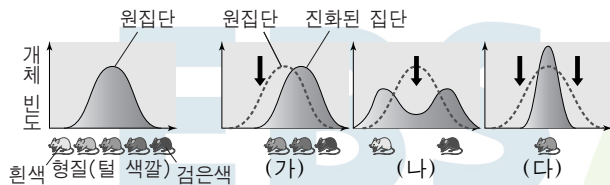
ㄴ. $\frac{q=0.5\text{일 때 Aa인 개체수}}{q=0.5\text{일 때 AA와 aa인 개체수의 합}}=1$이다.

ㄷ. q가 0.4인 집단에서 aa인 개체가 대립 유전자 A를 갖는 임의의 개체와 교배하여 자손이 태어날 때, 이 자손의 유전자형이 aa일 확률은 $\frac{1}{7}$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0208

그림은 쥐의 원집단에서 털 색깔에 따른 개체 빈도와 자연선택의 유형 (가)~(다)를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 안정화 선택, 분단성 선택, 방향성 선택 중 하나이다. ⬇는 집단에서 자연 도태되는 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 안정화 선택이다.

ㄴ. (가)~(다) 중에서 종 분화의 가능성은 (나)가 가장 높다.

ㄷ. (다)의 예로 키가 큰 기린이 키가 작은 기린에 비해 생존율이 높아 개체군 내에서 수가 많다라는 것을 들 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0209

표는 동일한 종으로 구성된 집단 (가)와 (나)의 세대별 개체수와 대립 유전자의 빈도를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 한 집단은 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단과 자연선택에 의해서만 유전자풀의 변화가 일어나는 집단 중 하나이다.

집단의 세대		모집단		1세대(F_1)		2세대(F_2)	
		(가)	(나)	(가)	(나)	(가)	(나)
개체수		500	500	500	750	500	1000
대립 유전자 빈도	A	0.8	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5
	a	0.2	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단은 (나)이다.

ㄴ. (가)의 생존 환경은 모집단보다 F_2에서 대립 유전자 A를 가진 개체보다 대립 유전자 a를 가진 개체에 유리하다.

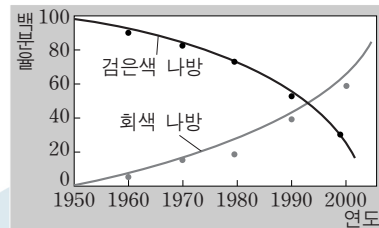
ㄷ. (나)에서 F_1의 유전자형이 AA인 개체수와 aa인 개체수의 합은 F_2의 유전자형이 Aa인 개체수와 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 6067-0210

다음은 어떤 나방 집단의 유전자풀 변화에 대한 자료이다.

- 산업 공해가 심해지면 검은색 나방보다 회색 나방이 포식자에 발견될 확률이 높아진다.
- 그림은 1950년 이후 산업 공해 감소에 따른 검은색 나방과 회색 나방의 개체수 비율을 백분율로 나타낸 것이다.

이 자료와 같은 유전자풀의 주된 변화 요인을 모형으로 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?

①

②
③
④
⑤

05

6067-0211

표는 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 나방 집단에서 유전자형에 따른 표현형 및 자손 1세대(F_1)와 자손 2세대(F_2)의 개체수를 나타낸 것이다. F_1의 총 개체수는 1000이다.

유전자형	AA	Aa	aa
표현형	흰색	흰색	검은색
F_1	㉠	㉡	360
F_2	320	㉢	㉣

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 나방의 몸 색 유전자는 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되고, 각 세대에서 암수의 비율은 동일하다.)

보기

ㄱ. ㉠과 ㉢의 합은 ㉡과 ㉣의 합보다 크다.
ㄴ. 자손 3세대(F_3)의 총 개체수가 700일 때 유전자형이 Aa인 개체수는 336이다.
ㄷ. F_2에서 유전자형이 Aa인 개체가 임의의 흰색 개체와 교배하여 자손을 얻었을 때, 자손이 검은색 개체일 확률은 $\frac{3}{16}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6067-0212

다음은 3200명으로 구성된 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 집단에 대한 자료이다.

- 집단에서 남녀의 수는 동일하다.
- 유전병 ㉠ 대립 유전자는 X 염색체에 존재하며, 정상 대립 유전자에 대해 열성이다.
- 집단에서 유전병 ㉠을 가진 사람은 모두 500명이다
- 정상 대립 유전자 빈도는 p, 유전병 ㉠ 대립 유전자 빈도는 q이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $p=\frac{3}{4}$, $q=\frac{1}{4}$이다.
ㄴ. 유전병 ㉠ 유전자를 가진 여자가 유전병 ㉠을 가진 남자보다 적다.
ㄷ. 이 집단에서 유전병 ㉠에 대해 보인자인 여자와 정상인 남자가 결혼하여 아이를 낳는다면, 아이가 유전병 ㉠일 확률은 $\frac{1}{4}$이다.

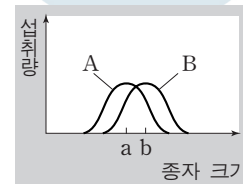
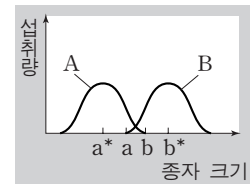
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6067-0213

다음은 서로 다른 종으로 구성된 핀치새 개체군 A와 B의 자연선택에 대한 자료이다.

- 종자를 먹는 핀치새 개체군 A와 B의 부리 크기는 먹는 종자의 크기와 상관이 있다.
- 종간 경쟁이 없을 때에는 비슷한 크기의 종자를 먹지만 경쟁이 있을 때에는 경쟁을 피하기 위하여 먹는 종자의 크기를 달리한다.
- 그림 (가)는 경쟁이 없을 때 A와 B가 먹는 종자의 크기에 따른 섭취량을, (나)는 경쟁이 있을 때 A와 B가 먹는 종자의 크기에 따른 섭취량을 나타낸 것이다. a와 b, a*와 b*는 각각 (가)와 (나)에서 A와 B가 가장 많이 섭취하는 종자의 크기를 나타낸 것이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 A와 B는 모두 부리 크기의 변이가 있다.
ㄴ. (가)에서 (나)로의 자연선택 유형은 분단성 선택이다.
ㄷ. 경쟁이 없을 때 B는 크기가 a인 종자를 먹지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

6067-0214

표는 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단 (가)~(다)에서 대립 유전자 A의 빈도에 따른 유전자형 AA, Aa인 개체의 빈도를 나타낸 것이다. 각 집단의 개체수는 1000이다.

빈도 \ 집단	(가)	(나)	(다)
대립 유전자 A	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
유전자형이 AA인 개체	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	㉠
유전자형이 Aa인 개체	㉡	㉢	㉣

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠+㉡>㉢+㉣이다.
ㄴ. (다)에서 유전자형이 aa인 개체의 빈도는 $\frac{9}{16}$이다.
ㄷ. (가)에서 유전자형이 AA인 개체의 빈도는 자손 1세대(F_1)와 자손 2세대(F_2)에서 같다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 X 염색체에 있는 대립 유전자 A의 빈도와 a의 빈도를 각각 p와 q라고 할 때, 남자 중에서 A를 가진 남자의 빈도는 ( ), a를 가진 남자의 빈도는 ( )이다.

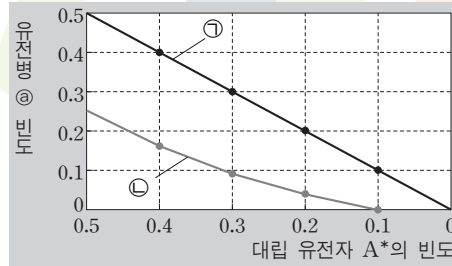
09

6067-0215

다음은 하디-바인베르크 평형이 유지되는 여러 집단에 대한 자료이다.

- 각 집단에서 사람 수는 10000명이며, 남녀의 수는 동일하다.
- 유전병 ⓐ는 대립 유전자 A와 A^*에 의해 결정된다.
- 각 집단에서 대립 유전자 A, A^*의 빈도는 각각 p와 q이고, $p+q=1$이다.
- 유전병 ⓐ가 발현된 사람 중 남녀의 수는 다르다.
- 그림은 각 집단에서 유전병 ⓐ가 발현된 여자와 남자의 빈도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 유전병 ⓐ가 발현된 남자와 유전병 ⓐ가 발현된 여자 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 대립 유전자 A^*는 A에 대해 열성이다.
ㄴ. 대립 유전자 A^*의 빈도가 0.5인 집단에서 보인자인 여자는 유전병 ⓐ인 남자보다 많다.
ㄷ. 대립 유전자 A^*의 빈도가 0.2~0.5일 때, $\frac{\text{남자에서 유전병 ⓐ의 빈도}}{\text{여자에서 유전병 ⓐ의 빈도}}$는 A^*의 빈도가 감소함에 따라 증가한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 상염색체에 있는 대립 유전자 A의 빈도를 p, a의 빈도를 q라고 할 때, 유전자형 AA의 빈도는 ( ), Aa의 빈도는 ( ), aa의 빈도는 ( )이다.

10

6067-0216

표는 자가 수정으로만 번식하는 집단 (가)의 각 세대별 유전자형 빈도를 나타낸 것이다. 이 집단에서 대립 유전자 A와 a의 빈도는 각각 p와 q이고, 모든 세대에서 $p=q$이다.

세대 \ 유전자형	AA	Aa	aa
F_1	㉠	㉡	$\frac{1}{4}$
F_2	$\frac{3}{8}$	㉢	㉣

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠+㉣<㉡+㉢이다.
ㄴ. 집단 (가)는 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
ㄷ. 세대가 거듭될수록 이형 접합 유전자형의 빈도는 감소한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

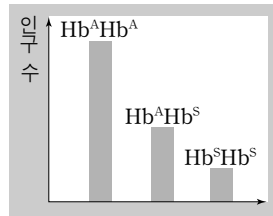
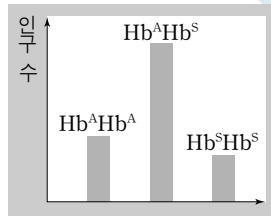
09 p, q
10 p^2, $2pq$, q^2

11

6067-0217

다음은 낫 모양 적혈구 빈혈증에 대한 설명이다.

- 낫 모양 적혈구 빈혈증은 정상 헤모글로빈을 암호화하는 유전자(Hb^A)의 DNA 염기 중 하나가 치환됨으로 인해 적혈구 모양이 낫 모양으로 변하는 유전병이다.
- Hb^SHb^S 동형 접합인 사람은 낫 모양 적혈구 빈혈증을 나타낸다.
- 표는 유전자형에 따른 말라리아 저항성과 빈혈 유무를, 그림은 말라리아가 자주 발생하는 지역과 발생하지 않는 지역의 유전자형에 따른 인구 수를 나타낸 것이다.

구분	Hb^AHb^A	Hb^AHb^S	Hb^SHb^S
말라리아 저항성	없음	있음	있음
적혈구 모양	정상	정상 또는 낫 모양	낫 모양
빈혈	없음	미약	악성

〈말라리아가 발생하지 않는 지역〉

〈말라리아가 자주 발생하는 지역〉

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

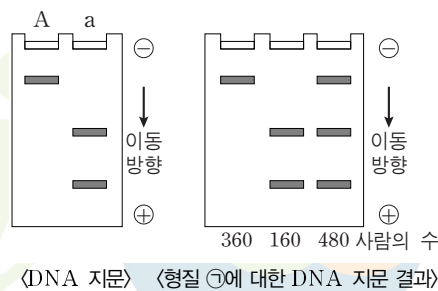
ㄱ. 말라리아가 자주 발생하는 지역에서 유전자형이 Hb^SHb^S인 사람은 유전자형이 이형 접합인 사람보다 생존에 불리하다.
ㄴ. 유전자형이 Hb^AHb^S인 사람은 Hb^AHb^A인 사람보다 말라리아에 대한 저항성이 높다.
ㄷ. 말라리아가 자주 발생하는 지역에서 Hb^S 대립 유전자의 빈도가 높은 것은 자연선택의 결과이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0218

다음은 하디-바인베르크 법칙을 만족하는 어떤 집단 P에서의 형질 ㉠에 대한 자료이다.

- 이 집단은 1000명으로 구성되어 있고, 남녀의 비율은 같다.
- 사람의 형질 ㉠은 상염색체에 존재하는 한 쌍의 대립 유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- 그림은 유전자 A와 a를 제한 효소로 절단하여 얻은 DNA 조각을 전기 영동하였을 때의 DNA 지문과 이 집단의 형질 ㉠에 대한 DNA 지문 결과이다. 숫자는 각 전기 영동 결과를 나타내는 사람의 수를 의미하고, 전기 영동 결과의 DNA양에 따른 두께는 고려하지 않는다.

〈DNA 지문〉 〈형질 ㉠에 대한 DNA 지문 결과〉

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. P에서 대립 유전자 a의 빈도는 0.3이다.
ㄴ. 자손 3세대(F_3)에서 유전자형이 AA인 사람의 비율은 0.36이다.
ㄷ. P에서 대립 유전자 A를 가진 여자는 180명이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11
환경의 변화에 의해 집단 내에서 특정 유전자를 가진 개체가 선택되어 자손을 많이 남겨 집단의 유전자풀이 변하는 요인은 (　　)이다.

12
세대가 바뀌어도 대립 유전자의 종류와 빈도가 변하지 않는 집단은 (　　) 상태에 있다고 한다.

정답

11 자연선택
12 유전적 평형

THEME 15 종 분화

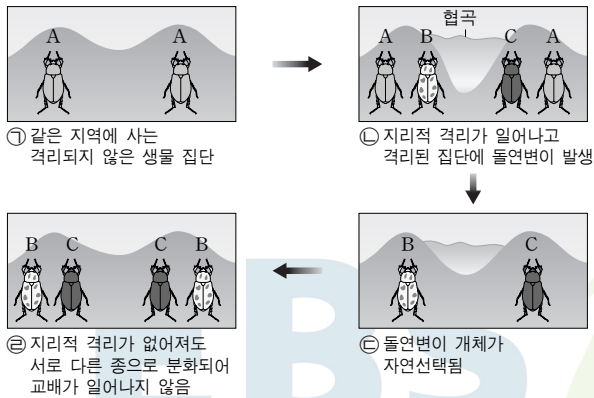
1 종의 분화

종 분화는 하나의 생물 종이 두 개 이상의 종으로 나뉘는 과정으로 종 분화의 시작은 한 집단의 유전자풀이 다른 집단의 유전자풀과 격리되는 것이다.

(1) **소진화** : 환경의 변화에 따라 개체군 내에서 유전적 변화가 나타나는 과정이다.

(2) **대진화** : 새로운 종의 출현이나 멸종을 말한다.

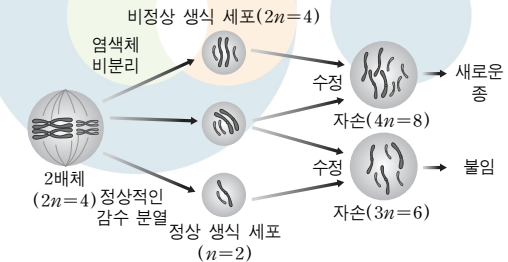
2 종 분화의 구분

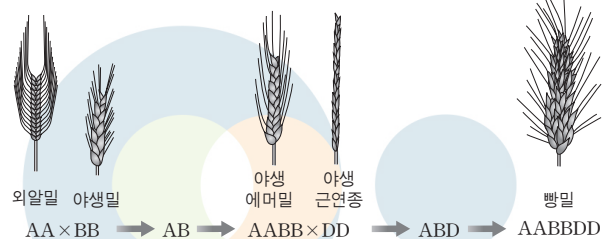
(1) **이소적 종 분화** : 동일한 생물 종 집단이 지리적으로 격리되면서 유전자 교류가 일어날 수 없어 나타나는 종 분화이다.

예 그랜드캐니언의 양쪽 가장자리에 서식하는 영양다람쥐, 갈라파고스 군도의 독특한 고유종 등

① 생물의 이동 능력과 종 분화 : 강, 협곡 등을 이동하기 어려운 경우에는 종의 분화 가능성이 높고, 건너서 이동할 수 있는 동물과 꽃가루나 씨앗이 바람에 날려 멀리 퍼질 수 있는 경우에는 종의 분화 가능성이 낮다.

② 이소적 종 분화와 집단의 크기 : 집단의 크기가 작은 개체군은 유전적 부동이나 자연선택 과정에 의하여 유전자풀이 변하기 쉽기 때문에 지리적으로 격리된 작은 개체군은 비교적 짧은 시간 안에 종 분화가 잘 일어난다.

(2) **동소적 종 분화** : 지리적으로 동일한 지역에서 서식하는 개체군에서 물리적 장벽 없이 시간적 격리, 행동적 격리, 기계적 격리, 생식 세포의 격리 등으로 인해 일어나는 종 분화이다.

① 한 종 내의 배수성에 의한 종 분화 : 생식 세포 형성 시 비정상적인 감수 분열에 의해 생성된 생식 세포들의 수정에 의해 부모와는 다른 종이 형성된다.

② 다른 종 간의 배수성에 의한 종 분화 : 서로 다른 종이 교배하여 잡종을 만들 때 더 자주 종의 분화가 일어난다.

예 밀의 진화 과정

③ 성선택에 의한 종 분화 : 동물의 경우 집단 내 일부 개체들이 소집단을 형성하여 배타적 짝짓기 선호도를 가질 경우에 동일 지역에 서식하더라도 배우자가 선호하는 형질을 지닌 개체와 그렇지 못한 개체 사이에 생식적 격리가 일어날 수 있다.

예 몸의 색깔에 따른 시클리드의 성선택

3 종 분화 속도

(1) **점진주의설** : 오랜 시간에 걸쳐 지속적으로 변이가 축적되어 점진적으로 종 분화가 일어난다.

(2) **단속평형설** : 생물이 안정적으로 종을 유지하는 평형 상태를 거치다가 짧은 기간에 급격한 변화에 의해 종 분화가 일어난다.

자료 분석 특강 | 종 분화 과정 및 종 분화 속도

• 종 분화 과정

(가) 이소적 종 분화 : 지리적으로 격리된 집단 사이에서 일어나는 종 분화의 경우

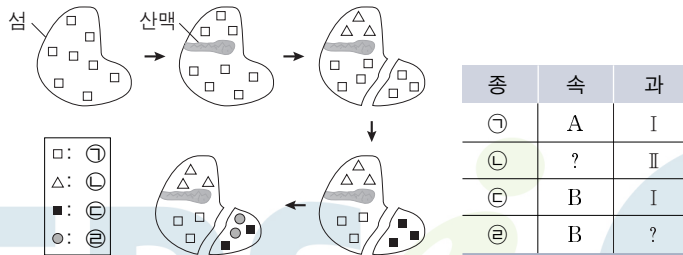
(나) 동소적 종 분화 : 서식지가 동일한 집단 내에서 일부 개체가 새로운 종으로 분화되는 경우

• 종 분화 속도

테마 대표 문제

2016학년도 대수능

그림은 종 ㉠~㉣의 종 분화 과정을, 표는 ㉠~㉣의 속과 과를 나타낸 것이다. 지리적 격리는 산맥 형성과 섬의 분리에 의해서만 일어났고 이입과 이출은 없었다.

종	속	과
㉠	A	Ⅰ
㉡	?	Ⅱ
㉢	B	Ⅰ
㉣	B	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 종 ㉠~㉣ 이외의 다른 종은 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 같은 속에 속한다.
ㄴ. ㉡은 ㉠으로부터 이소적 종 분화에 의해 출현하였다.
ㄷ. ㉣은 ㉢으로부터 동소적 종 분화에 의해 출현하였다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 |
이소적 종 분화와 동소적 종 분화의 차이점을 이해해야 하며, 종 분화 과정을 계통수와 연결지을 수 있어야 한다.

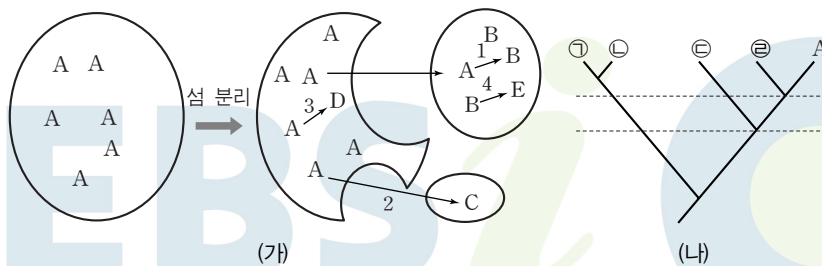
간략 풀이 |
ㄱ. ㉠과 ㉡이 서로 다른 과에 속하므로 ㉠과 ㉡은 다른 속에 속한다.
ㄴ. ㉠이 산맥에 의해 두 개의 집단으로 격리된 후 ㉡이 출현하였으므로 ㉡은 ㉠으로부터 이소적 종 분화에 의해 출현한 것이다.
ㄷ. ㉠이 섬의 분리에 의해 두 개의 집단으로 격리된 후 ㉢이 출현하였으므로 ㉢은 ㉠으로부터 이소적 종 분화에 의해 출현한 것이다. 이후 ㉢으로부터 ㉣이 출현하는 것은 섬에서 이루어진 것이므로 ㉣은 ㉢으로부터 동소적 종 분화에 의해 출현한 것이다.

정답 | ④

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 42쪽

▶ 6067-0219

그림 (가)는 섬이 분리되는 과정에서 종이 분화되는 과정을, (나)는 (가)를 바탕으로 작성된 계통수를 나타낸 것이다. A~E는 서로 다른 종이고 2개의 과와 3개의 속으로 구성되며, 숫자는 분화되는 순서이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 종 분화는 4회 이상 일어났다.
ㄴ. 종 C와 종 D는 동일한 과에 속한다.
ㄷ. 종 B와 종 E의 유연관계가 종 B와 종 C의 유연관계보다 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

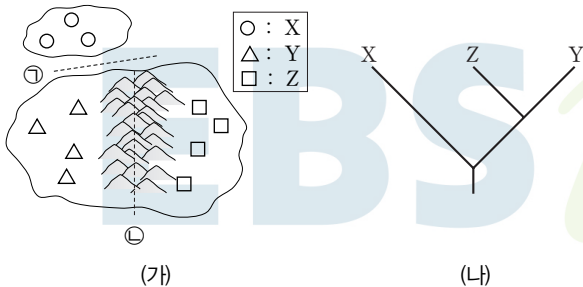
유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 |
대표 문제는 종 분화 과정을 바탕으로 생물 분류에 대해 묻고 있지만 닮은 꼴 문제에서는 분화 과정을 바탕으로 계통수를 작성하는 문제로 구성되어 있다.

배경 지식 |
- 이소적 종 분화는 지리적 격리에 의해 더 이상 유전자 교류가 일어날 수 없어 나타나는 종 분화이다.
- 지리적 격리 없이 일어나는 종 분화는 동소적 종 분화이다.
- 최근에 종 분화가 일어날수록 유연관계가 가깝다.
- 분류의 단계는 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역의 8단계로 이루어져 있다. 동일한 속에 속하는 생물은 동일한 과에 속하지만 동일한 과에 속하는 생물이 모두 동일한 속에 속한다고는 할 수 없다.

01

▶ 6067-0220

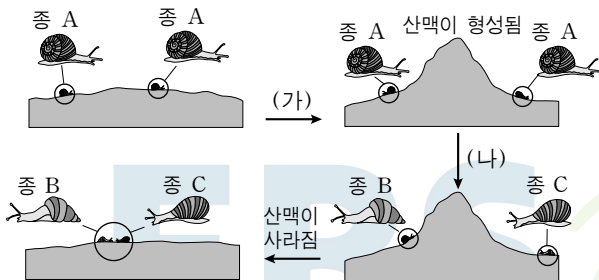
그림 (가)는 생물학적 종 X~Z의 분포를, (나)는 (가)를 바탕으로 종 Y로부터 분화 과정을 통해 종 X와 Z가 분화하는 과정을 계통수로 나타낸 것이다. 지리적 격리인 ㉠과 ㉡에 의해 종 분화가 일어났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 종 분화는 ㉡보다 ㉠에 의해 먼저 일어났다.
ㄴ. 이소적 종 분화는 3번 일어났다.
ㄷ. Y는 Z와 교배하여 생식 능력을 갖는 자손을 얻을 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 6067-0221

그림은 달팽이 종 A로부터 달팽이 종 B와 C가 종 분화되는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이주와 유전적 부동은 일어나지 않았다.)

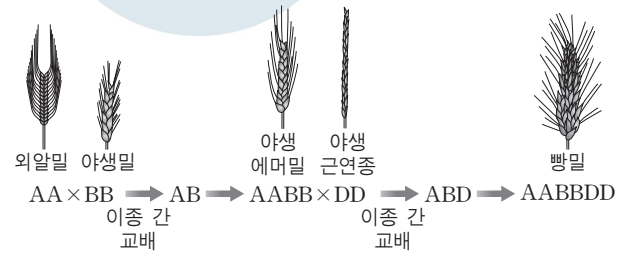
보기
ㄱ. (가)에서 자연선택에 의한 종 분화가 일어났다.
ㄴ. (나)에서 돌연변이가 일어나 종 분화가 일어났다.
ㄷ. 산맥이 사라져도 종 B와 종 C는 생식적으로 격리되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶ 6067-0222

다음은 생물학적 종인 빵밀이 분화되는 과정을 나타낸 것이다.

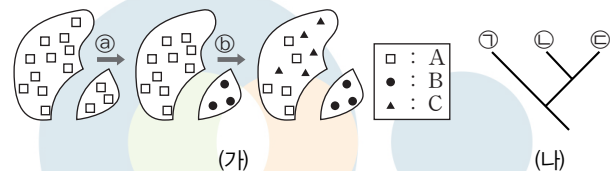
- 14개의 염색체를 가진 2배체($2n$)의 외알밀(AA)이 같은 수의 염색체를 가진 야생밀(BB)과 수정을 통해 잡종(AB)이 되었다.
- 잡종(AB)인 개체에서 비정상적인 감수 분열을 통해 만들어진 2배체 생식 세포 간의 자가 수정을 통해 염색체 수가 28개인 야생 에머밀(AABB)이 분화되었다.
- 야생 에머밀은 야생 근연종(DD, $2n=14$)과 수정을 통해 염색체 수가 21개인 개체(ABD)가 만들어지고, 비정상적인 감수 분열을 통해 만들어진 2배체 생식 세포 간의 자가 수정을 통해 염색체 수가 42개인 빵밀(AABBDD)이 분화되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 야생 에머밀은 3배체($3n$)이다.
ㄴ. 밀의 종 분화 과정에서 동소적 종 분화가 일어났다.
ㄷ. 빵밀은 배수성 돌연변이에 의해 형성된 종이므로 생식 능력이 없다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶ 6067-0223

그림 (가)는 종 A가 ⓐ와 ⓑ 과정을 통해 종 B와 C로 분화하는 과정을, (나)는 A~C의 계통수를 나타낸 것이다. (나)의 ㉠~㉢은 각각 A~C 중 하나이며, 섬 사이의 왕래가 자유롭지 못하다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 한 지역 내에서 지리적 격리는 일어나지 않았으며, 이입과 이출은 없다.)

보기
ㄱ. ㉠은 종 B이다.
ㄴ. (가)에서 동소적 종 분화가 일어났다.
ㄷ. ⓐ와 ⓑ에서 모두 돌연변이가 일어났다.

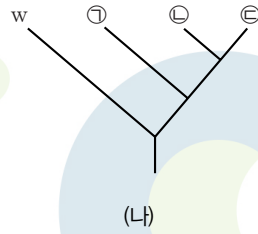
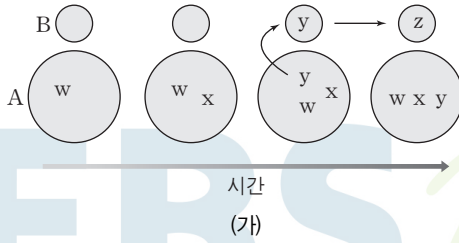
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0224

그림 (가)는 섬 A와 섬 B에서의 종 분화 과정을, (나)는 (가)를 근거로 작성된 w~z의 계통수를 나타낸 것이다. (나)의 ㉠~㉢은 각각 종 x~z를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉡은 섬 A에 있다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

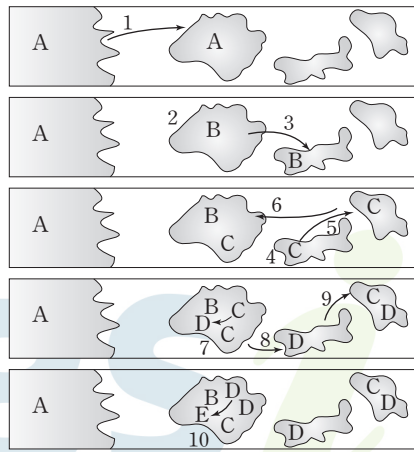
ㄱ. ㉢은 섬 B에 있다.
ㄴ. y와 z의 유연관계가 x와 y의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. x~z를 유연관계에 따라 두 그룹으로 분류하면 x와 y는 같은 그룹에 속한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

05
(　　) 종 분화는 동일한 지역에 서식하는 집단에서 시간적 격리, 행동적 격리, 기계적 격리, 생식 세포의 격리 등으로 인해 일어나는 종 분화이다.

06

6067-0225

그림은 종 A로부터 종 B~E로 종 분화가 일어나는 과정을 나타낸 것이다. 숫자는 사건이 일어난 순서를 의미하며, 섬 내에서 격리는 없다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 동소적 종 분화는 일어나지 않았다.
ㄴ. D와 C의 유연관계가 D와 E의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. D에서 E로 종 분화가 일어나는 과정에서 돌연변이가 발생하였다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06
(　　) 종 분화는 동일한 생물 종 집단이 지리적으로 격리되면서 더 이상 유전자 교류가 일어날 수 없어 나타나는 종 분화이다.

정답

05 동소적
06 이소적

07
(　　)는 하나의 생물 종이 두 개 이상의 종으로 나뉘는 과정이다.

07

6067-0226

다음은 초파리를 이용한 실험이다.

(가) 같은 종의 초파리 집단을 그림과 같이 서로 다른 종류의 배지에서 각각 40세대에 걸쳐 사육하였다.

(나) 40세대 후 집단 A와 B의 초파리는 녹말을, 집단 C와 D의 초파리는 엿당을 더 효율적으로 소화시켰다.

(다) 초파리 집단 A~D에서 암컷과 수컷을 각각 25마리씩 채집하여 혼합 사육하면서 짝짓기 빈도를 조사한 결과는 표와 같았다.

수컷 \ 암컷	A	B
A	18회	15회
B	12회	15회

수컷 \ 암컷	A	C
B	22회	9회
D	9회	20회

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

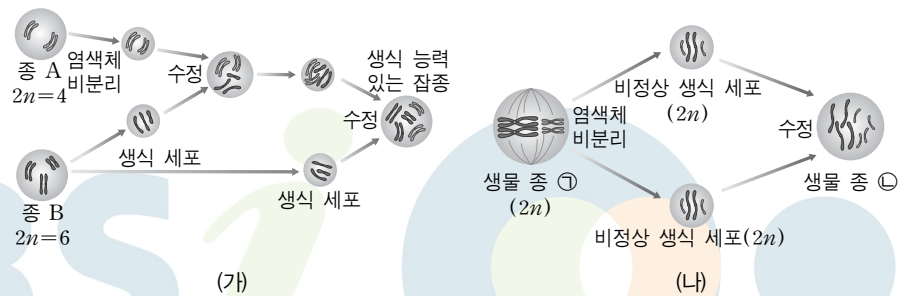
ㄱ. 40세대 후 집단 A와 집단 C의 유전자풀은 서로 다르다.
ㄴ. 이 실험은 초파리의 먹이 선호에 따른 종 분화 가능성을 알아보기 위한 실험이다.
ㄷ. 배지 종류에 따른 짝짓기 실험에서 집단 A의 암컷과 집단 D의 수컷 교배 실험은 집단 A의 암컷과 집단 A의 수컷 교배 실험의 대조군이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08
동소적 종 분화에는 생식 세포 형성 시 비정상적인 감수 분열에 의해 생성된 생식 세포들의 수정에 의해 부모와는 다른 종이 형성되는 (　　) 내의 배수성에 의한 종 분화와 서로 다른 종이 교배하여 잡종을 만드는 (　　) 간의 배수성에 의한 종 분화가 있다.

08

6067-0227

그림 (가)는 종 A와 종 B로부터 생식 능력이 있는 잡종이 종 분화되는 과정을, (나)는 생물 종 ㉠에서 생물 종 ㉡이 종 분화되는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 다른 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 각각 자연 상태에서 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 만들 수 있다.
ㄴ. (가)와 (나)는 모두 동소적 종 분화 과정이다.
ㄷ. (가)는 다른 종 간의 배수성에 의한 종 분화 과정, (나)는 한 종 내의 배수성에 의한 종 분화 과정이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
07 종 분화
08 한 종, 다른 종

EBS 수능완성 **생명 과학 Ⅱ**

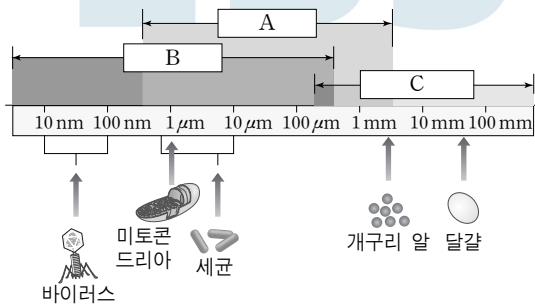
실전 모의고사

정답과 해설 44쪽

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점씩입니다.

01

6067-0228

그림은 A～C의 방법으로 관찰할 수 있는 크기의 범위를, 표는 3가지 방법의 해상력을 나타낸 것이다. A～C는 각각 육안, 광학 현미경, 전자 현미경 중 하나이다.

육안	광학 현미경	전자 현미경
0.1～0.2 mm	0.2 μm	0.0002～0.005 μm

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A로 염색된 세포의 핵을 관찰할 수 있다.
ㄴ. B의 광원은 가시광선이다.
ㄷ. 육안으로 세균을 관찰할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0229

표는 동물 세포막을 통해 물질이 이동하는 (가)~(다) 방식의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 단순 확산, 촉진 확산, 능동 수송 중 하나이다.

특징	(가)	(나)	(다)
ATP 사용	○	×	×
수송 단백질 관여	○	○	×
농도 기울기 역행	㉠	×	×

(○ : 해당함, × : 해당하지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

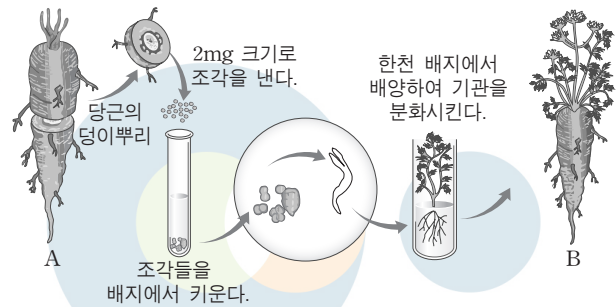
보기

ㄱ. ㉠은 ‘○’이다.
ㄴ. 폐포에서의 기체 교환은 (나)와 같은 방식으로 일어난다.
ㄷ. 세포 호흡 저해제를 처리하면, 물질 이동 속도는 (가)보다 (다)에서 더 많이 감소한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0230

그림은 세포 연구 방법 중 하나를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

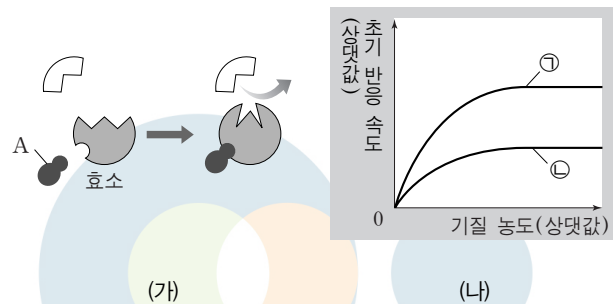
보기

ㄱ. 세포 연구 방법 중 조직(세포) 배양법이 이용되었다.
ㄴ. A와 B는 유전적으로 동일하다.
ㄷ. B는 A에 비해 환경 적응에 유리한 유전자를 가지고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0231

그림 (가)는 어떤 효소와 물질 A가 관여하는 반응을, (나)는 기질 농도에 따른 이 효소의 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 A가 없을 때와 있을 때 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

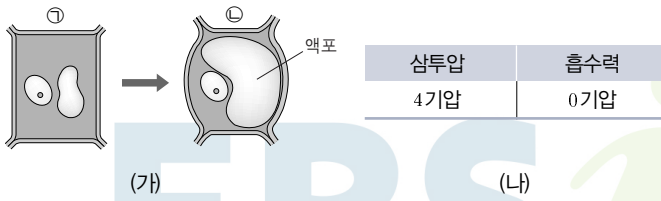
ㄱ. A는 효소의 활성 부위에 작용한다.
ㄴ. ㉡은 A가 있을 때의 초기 반응 속도이다.
ㄷ. 기질 농도를 증가시키면 A의 작용 효과가 억제된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6067-0232

그림 (가)는 어떤 식물 세포 P를 용액 X에 넣고 일정 시간이 지난 후의 상태 변화를, (나)는 (가)의 ㉠과 ㉡ 중 하나의 삼투압과 흡수력을 나타낸 것이다.

삼투압	흡수력
4기압	0기압

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

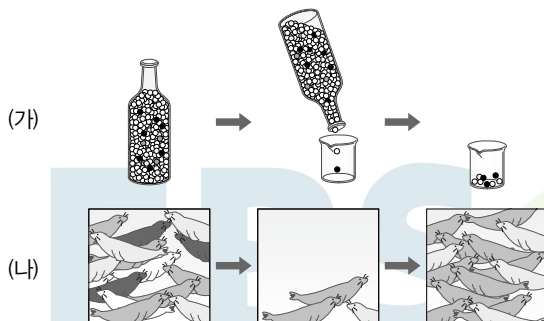
보기

ㄱ. X는 ㉠ 상태일 때의 P보다 고장액이다.
ㄴ. (나)는 ㉡일 때의 삼투압과 흡수력을 나타낸 것이다.
ㄷ. (나)일 때의 팽압은 4기압이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6067-0233

그림 (가)는 진화의 요인을 설명하는 모형을, (나)는 어떤 물개 개체군에서 사냥에 의해 유전자풀의 변화가 일어나는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 설명하는 요인은 유전자 다양성을 증가시킨다.
ㄴ. (가)로 (나)의 유전자풀 변화를 설명할 수 있다.
ㄷ. (나)에서 유전자풀을 변화시키는 요인은 유전적 부동이다.

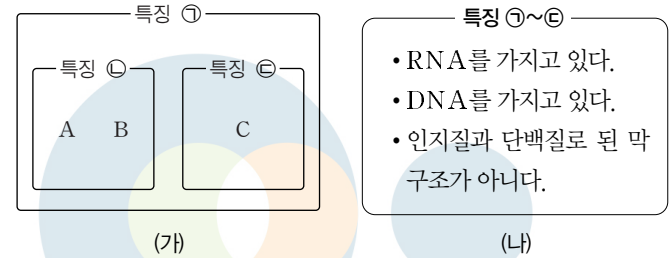
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6067-0234

그림 (가)는 세 종류의 세포 소기관 A～C를 특징에 따라 구분한 것이고, (나)는 특징 ㉠～㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. A～C는 각각 엽록체, 리보솜, 미토콘드리아 중 하나이다.

특징 ㉠～㉢
• RNA를 가지고 있다.
• DNA를 가지고 있다.
• 인지질과 단백질로 된 막 구조가 아니다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

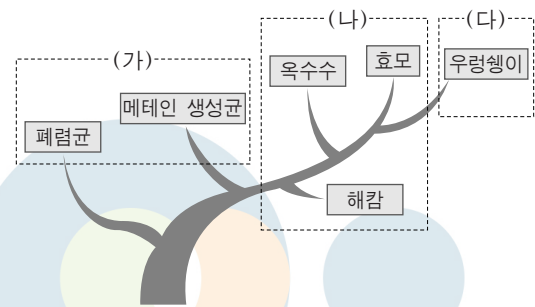
보기

ㄱ. ‘RNA를 가지고 있다.’는 특징 ㉠이다.
ㄴ. A와 B는 모두 동물 세포에 존재한다.
ㄷ. C에서 펩타이드 결합이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6067-0235

그림은 3역 6계의 분류 체계에 따라 6종의 생물을 계통수에 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

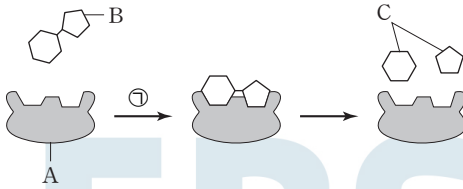
보기

ㄱ. (가)는 모두 핵막이 없다.
ㄴ. (나)는 모두 엽록소 a와 b를 가지고 있어 광합성을 한다.
ㄷ. (다)는 발생 과정에서 척삭이 척추가 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6067-0236

그림은 사람의 몸에 있는 어떤 효소의 작용을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

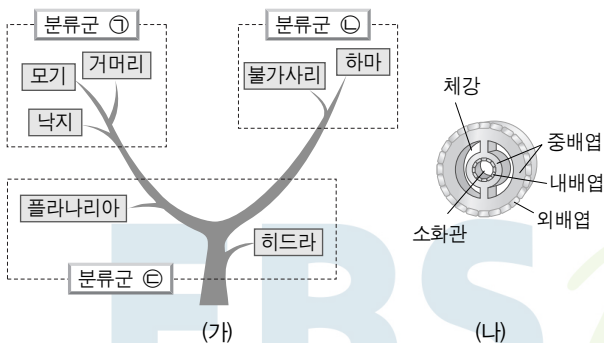
보기

ㄱ. A는 B가 C로 되는 반응의 활성화 에너지를 낮춘다.
ㄴ. 체온이 정상보다 높아질수록 ㉠ 반응 속도는 계속 증가한다.
ㄷ. A의 농도가 일정할 때 B의 농도를 증가시키면 C의 농도는 변화없이 일정하게 유지된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6067-0237

그림 (가)는 7종의 동물을 분류군 ㉠~㉢으로 분류한 결과를, (나)는 세 종류의 체강 중 하나를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

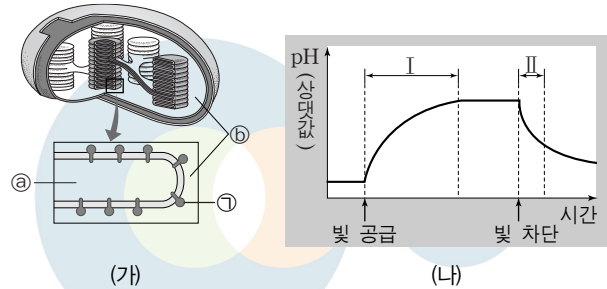
보기

ㄱ. 분류군 ㉠은 (나)와 같은 구조의 체강을 갖는다.
ㄴ. 분류군 ㉡은 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이다.
ㄷ. 분류군 ㉢은 모두 3배엽성 동물이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

6067-0238

그림 (가)는 엽록체의 구조를, (나)는 (가)의 스트로마에서 빛의 조건에 따른 pH 변화를 나타낸 것이다. ㉠은 ATP 합성 효소이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

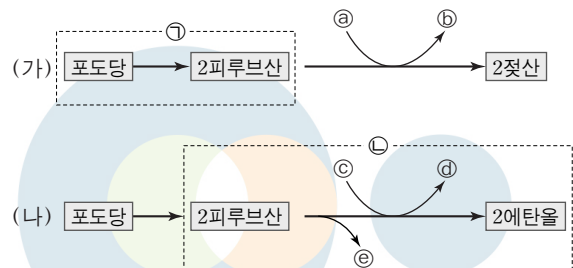
보기

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 ⓐ의 pH는 낮아진다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 H^+은 ⓐ에서 ⓑ로 능동 수송된다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서 H^+은 ㉠을 통해 촉진 확산된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0239

그림 (가)와 (나)는 두 종류의 발효 과정을 나타낸 것이다. ⓐ~ⓔ는 각각 NADH, NAD^+, CO_2 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠에서 생성되는 ATP 분자 수는 ㉡에서보다 많다.
ㄴ. ⓐ와 ⓒ는 모두 NAD^+이다.
ㄷ. (나) 과정에서 ⓔ는 미토콘드리아에서 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6067-0240

그림은 생물 종 A가 육지로부터 3개의 섬으로 이주한 후, B~D로 분화가 일어나는 과정을 나타낸 것이다. A~D는 서로 다른 생물학적 종이며 섬 내에서의 지리적 격리는 없다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 종 A~D 이외의 다른 종은 고려하지 않는다.)

보기

ㄱ. ㉠에서 종 분화가 가장 많이 일어난다.
ㄴ. 동소적 종 분화에 의해 B, C, D가 출현하였다.
ㄷ. C보다 D의 종 분화가 먼저 일어났다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6067-0241

다음은 자동 DNA 염기 서열 분석 과정에서 ddATP의 기능을 알아보는 실험이다.

(가) 염기 서열을 분석할 단일 가닥 DNA X에 ㉠프라이머와 dNTP, DNA 중합 효소를 섞은 후, 형광 표지된 ddATP를 넣어 ㉡다양한 길이의 DNA를 합성한다.

(나) ㉡을 전기 영동하여 ㉢크기별로 분리한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. ㉠의 3′ 말단에 ddATP가 결합한다.
ㄴ. ㉡에서 형광을 띠는 가장 짧은 DNA 가닥은 7개의 염기로 이루어져 있다.
ㄷ. ㉢에서 형광을 띠는 DNA는 3종류이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

6067-0242

그림은 세포 호흡 과정 (가)~(다)를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 산화적 인산화, 해당 과정, TCA 회로 중 하나이며, 물질 X와 Y는 각각 NADH와 $FADH_2$ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 세포질에서 진행된다.
ㄴ. 포도당 1분자가 완전 분해될 때 생성되는 ATP 분자 수는 (가)에서가 (나)에서보다 많다.
ㄷ. (다)에서 1분자당 ATP 생성량은 X가 Y보다 많다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

16

6067-0243

그림 (가)와 (나)는 각각 광합성의 명반응과 암반응 과정 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 모두 분자 수이다.

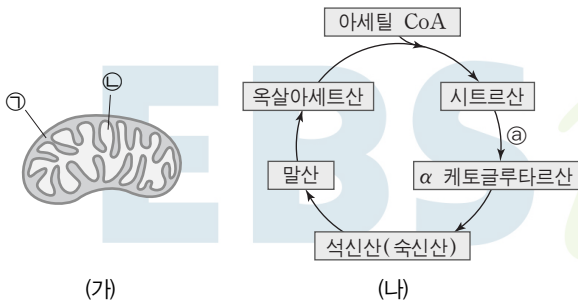
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. ㉠+㉡=5이다.
ㄴ. 광계 ⓐ의 반응 중심 색소는 엽록소 a이다.
ㄷ. (나)의 (A) 과정에 ATP가 사용된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17
6067-0244

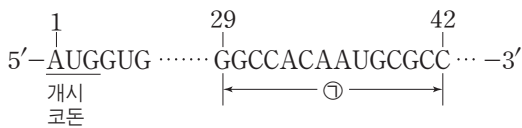
그림 (가)는 미토콘드리아를, (나)는 TCA 회로를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 미토콘드리아 기질(바탕질)과 막 사이 공간 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. ㉠에서 포도당이 아세틸 CoA로 전환된다.
ㄴ. ㉡에서 (나)가 진행된다.
ㄷ. ⓐ에서 NADH가 NAD^+로 산화된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18
6067-0245

그림은 대장균의 유전자 P로부터 전사된 mRNA의 염기 서열의 일부를, 표는 유전자 P에 발생한 돌연변이 ⓐ에 대한 설명과 종결 코돈을 나타낸 것이다.

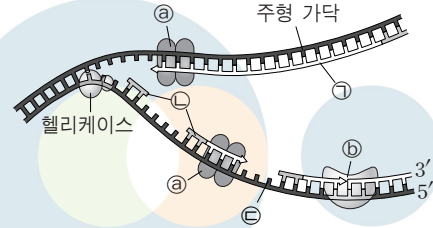
1 29 42
5′−AUGGUG ······ GGCCACAAUGCGCC ··· −3′
개시 코돈 ←—— ㉠ ——→

돌연변이 ⓐ	종결 코돈
돌연변이로 인해 ㉠에 염기 1개가 삽입(추가)되었다. 그 결과 생성된 폴리펩타이드의 아미노산 수는 정상보다 적다.	UAA UAG UGA

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. ⓐ에서는 UAA에서 번역이 종결되었다.
ㄴ. ㉠에서 염기 A이 삽입(추가)되었다.
ㄷ. ⓐ로부터 생성된 폴리펩타이드의 아미노산 수는 11개이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19
6067-0246

그림은 진핵세포에서 DNA 복제가 일어나는 과정을 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 각각 DNA 중합 효소와 DNA 연결 효소 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ⓐ는 DNA 중합 효소, ⓑ는 DNA 연결 효소이다.
ㄴ. ㉠은 ㉢과 상보적인 염기를 갖는다.
ㄷ. ㉡을 구성하는 염기 중에는 T(티민)이 없다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20
6067-0247

다음은 인구가 10000명인 어떤 멘델 집단 X에서 질병 (가)에 저항성을 갖는 유전에 대한 자료이다.

- 질병 (가)에 저항성을 갖는 유전은 상염색체에 있는 한 쌍의 대립 유전자 A와 A^*에 의해 결정된다.
- 질병 (가)에 저항성이 없는 사람의 유전자형이 AA와 AA^*이며, 저항성을 가진 사람의 유전자형은 A^*A^*이다.
- 이 집단에서 질병 (가)에 저항성이 없는 사람은 5100명이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대립 유전자 A의 빈도를 p, A^*의 빈도를 q라 한다.) [3점]

보기
ㄱ. $p=0.3$이다.
ㄴ. 집단 X가 여러 번 세대를 거듭하면 대립 유전자 A의 빈도는 증가한다.
ㄷ. 질병 (가)에 저항성 유전자형이 A^*A^*인 남자와 임의의 여자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이가 질병 (가)에 저항성을 가질 확률은 70 %이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 47쪽

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점씩입니다.

01

6067-0248

다음은 3명의 학생이 현미경에 대해 토론한 내용이다.

현미경에 대해 옳게 설명한 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② B ③ C
④ A, B ⑤ A, C

02

6067-0249

표는 세포 분획법을 이용하여 어떤 생물의 세포로부터 얻은 3가지 세포 소기관 A~C의 특징을 나타낸 것이다. A~C는 각각 핵, 엽록체, 리보솜 중 하나이다.

세포 소기관	특징
A	RNA와 단백질로 구성되어 있다.
B	2중막 구조가 있고, 많은 양의 DNA가 있다.
C	빛을 흡수하여 유기물을 합성하며, DNA가 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

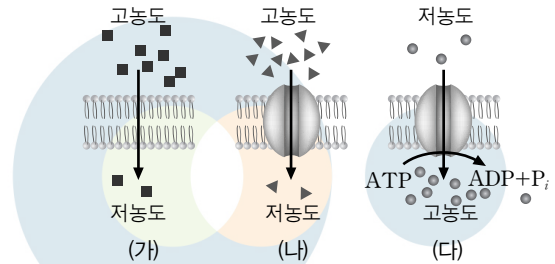
보기

ㄱ. 세포 분획 시 침전되는 순서는 B → C → A이다.
ㄴ. B와 C에는 모두 유전 정보가 저장된 물질이 포함되어 있다.
ㄷ. 이 세포에는 미토콘드리아가 존재하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0250

그림은 세포막을 통한 물질 이동 방식 3가지를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 능동 수송, 단순 확산, 촉진 확산 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

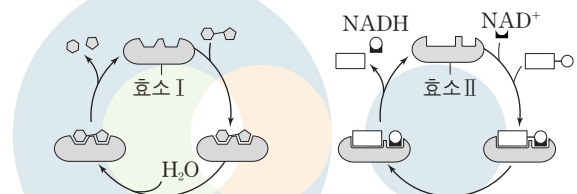
보기

ㄱ. H^+은 주로 (가)와 같은 방식으로 세포막을 통해 이동한다.
ㄴ. (나)는 촉진 확산이다.
ㄷ. (가)~(다)에는 모두 물질 이동을 매개하는 단백질이 필요하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0251

그림은 서로 다른 효소가 관여하는 2종류의 반응을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

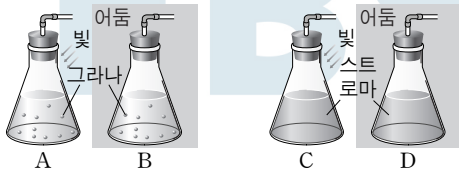
보기

ㄱ. NAD^+는 효소 Ⅱ의 조효소이다.
ㄴ. 리소좀에 들어 있는 소화 효소는 효소 Ⅰ에 해당한다.
ㄷ. 효소 Ⅱ는 산화 환원 효소이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05
▶ 6067-0252

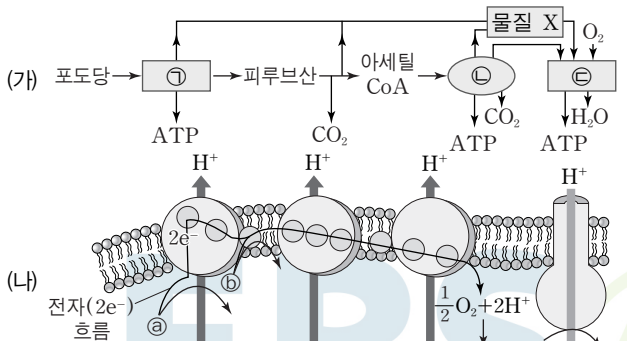
다음은 광합성의 명반응과 암반응에 대해 알아보기 위한 실험이다.

(가) 배양액과 CO_2가 들어 있는 4개의 플라스크 A~D 중 A와 B에는 그라나를, C와 D에는 스트로마를 넣고, 모든 플라스크에 ADP, P_i, $NADP^+$를 첨가한다.
(나) 플라스크 A~D를 암실에 충분한 시간 동안 둔 다음 플라스크 A와 C에는 빛을 비추고, B와 D는 암실에 그대로 두었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. 발생한 O_2의 양은 A에서가 B에서보다 많다.
ㄴ. (나) 과정 후 C에서 CO_2가 감소한다.
ㄷ. (나) 과정 후 A와 D를 혼합하면 혼합액에서 G3P(PGAL)가 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

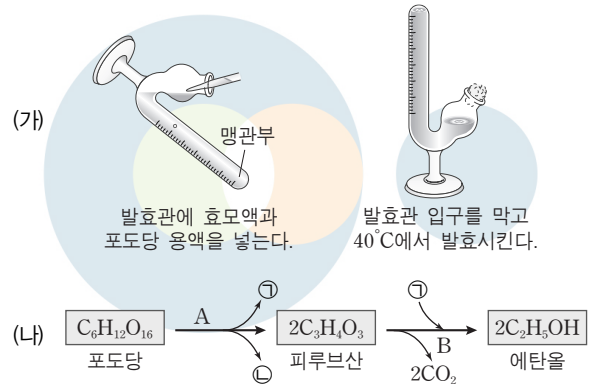
06
▶ 6067-0253

그림 (가)는 세포 호흡을, (나)는 (가)에서 일어나는 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 산화적 인산화, 해당 과정, TCA 회로 중 하나이고, ⓐ와 ⓑ는 각각 $FADH_2$와 NADH 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. ㉠에서 O_2가 소모된다.
ㄴ. (가)의 물질 X는 ⓐ와 ⓑ 중 ⓐ에 해당한다.
ㄷ. ㉡과 ㉢에서 생성되는 ATP는 모두 (나) 과정을 통해 만들어진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

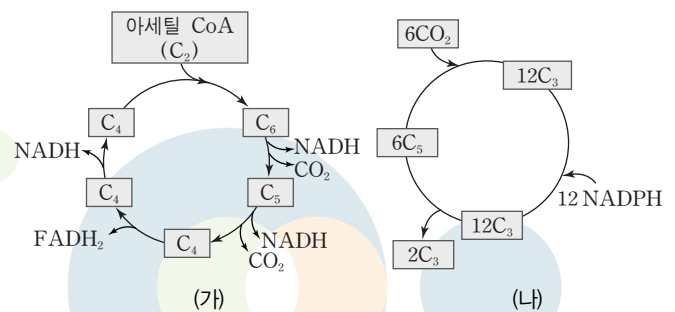
07
▶ 6067-0254

그림 (가)는 효모를 이용한 알코올 발효 실험의 일부를, (나)는 알코올 발효 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 ATP와 NADH 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ATP는 A에서 생성되고, B에서는 생성되지 않는다.
ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 산소 호흡의 산화적 인산화에서 사용된다.
ㄷ. 1분자의 포도당으로부터 2분자의 에탄올이 만들어질 때 소모되는 NADH보다 생성되는 NADH의 분자 수가 더 많다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08
▶ 6067-0255

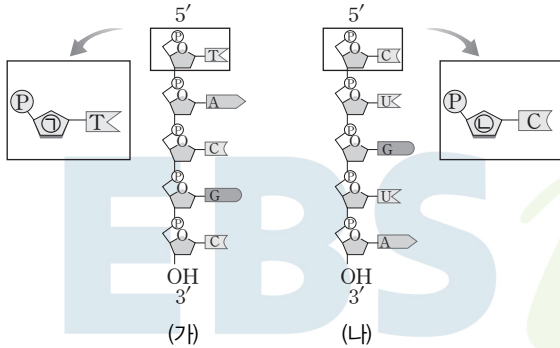
그림 (가)와 (나)는 각각 미토콘드리아의 기질(바탕질)과 엽록체의 스트로마에서 일어나는 반응을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 ATP 출입은 표시하지 않았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. (가)와 (나)에서 모두 기질 수준 인산화가 일어난다.
ㄴ. (가)와 (나)의 NADH와 NADPH는 모두 전자 전달계에 전자를 제공한다.
ㄷ. (가)는 아세틸 CoA가 산화되는 과정이고, (나)는 CO_2가 환원되는 과정이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

6067-0256

그림 (가)와 (나)는 각각 단일 가닥의 DNA와 RNA 중 하나를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 모두 5탄당이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

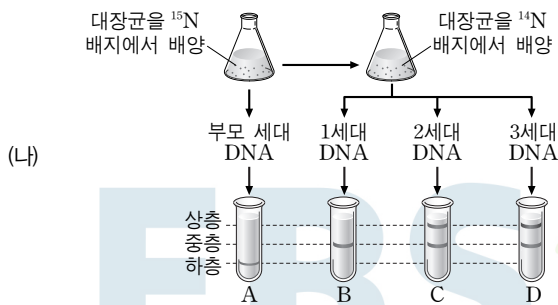
보기

ㄱ. ㉠은 리보스이다.
ㄴ. (가)는 DNA, (나)는 RNA이다.
ㄷ. 핵에서 (가)는 주로 2중 가닥의 형태로 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6067-0257

그림 (가)는 DNA 복제 방식에 관한 3가지 가설을, (나)는 ^{15}N가 들어 있는 배지에서 배양한 대장균을 ^{14}N가 들어 있는 배지로 옮겨 배양하면서 1~3세대 대장균의 DNA를 추출한 후 각각 원심분리한 결과를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. B를 통해 가설 2는 옳지 않음을 알 수 있다.
ㄴ. C의 결과는 가설 3에 의한 예측과 일치한다.
ㄷ. D에서 DNA양은 ^{14}N$-$^{14}N DNA : ^{14}N$-$^{15}N DNA$=$3 : 1이다.

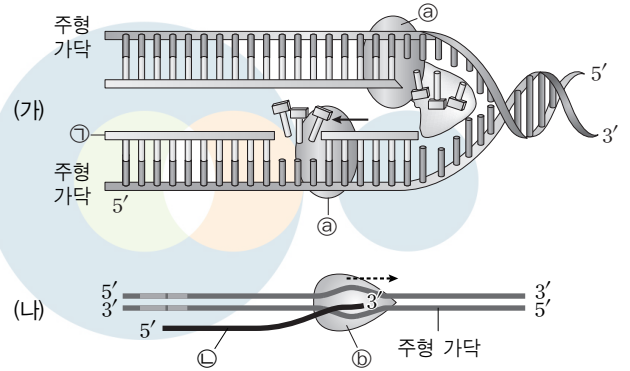
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

6067-0258

그림 (가)와 (나)는 각각 DNA의 복제 과정과 RNA 전사 과정 중 하나를 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 각각 DNA 중합 효소와 RNA 중합 효소 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 DNA와 RNA 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ는 새로 만들어지는 가닥의 5′ 말단에 새로운 뉴클레오타이드를 첨가한다.
ㄴ. ㉠에는 디옥시리보스, ㉡에는 리보스가 포함되어 있다.
ㄷ. ⓑ는 프로모터 부위에 결합하여 ㉡의 합성을 시작한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0259

그림은 46개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드 A를 암호화하는 유전자 X의 DNA 염기 서열 일부와, 폴리펩타이드 A 및 유전자 X의 염기 한 개가 치환된 DNA로부터 만들어진 폴리펩타이드 B의 아미노산 서열 일부를 나타낸 것이다. 시스테인(Cys)을 지정하는 코돈은 UGC이며, 종결 코돈은 UAA, UAG, UGA이다.

트리플렛 코드 번호 43 44 45 46 47

유전자 X
- DNA 단일 가닥 Ⅰ 5′…AATGAGTG㉠GCTTAA…3′
- DNA 단일 가닥 Ⅱ 3′…TTACTCAC㉡CGAATT…5′

아미노산 번호 43 44 45 46

폴리펩타이드 A …—Asn—Glu—Cys—Ala

폴리펩타이드 B …—Asn—Glu

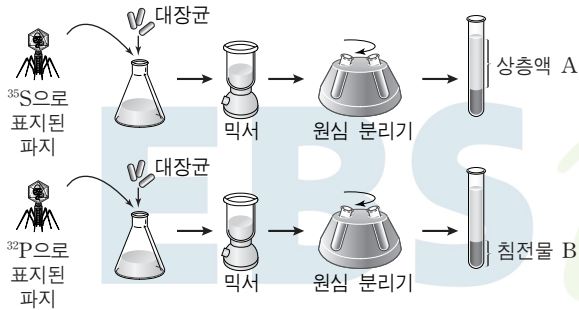
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 염기 ㉠은 G이다.
ㄴ. 돌연변이가 일어나기 전 DNA 단일 가닥 Ⅰ과 Ⅱ의 G+C 비율은 서로 같다.
ㄷ. 돌연변이가 일어난 DNA 단일 가닥 Ⅱ에서 ㉡ 부분의 염기는 T이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

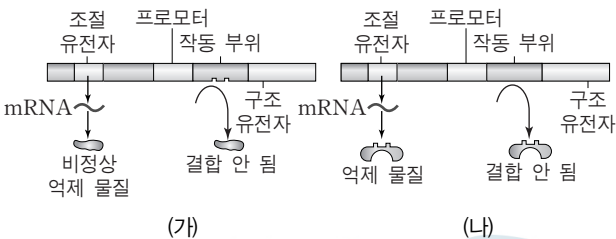
13
▶ 6067-0260

그림은 박테리오파지를 이용한 허시와 체이스의 실험을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 상층액 A에서는 방사선이 검출된다.
ㄴ. 침전물 B의 대장균 내에는 ^{32}P으로 표지된 파지의 단백질이 존재한다.
ㄷ. 이 실험의 결과로 단백질과 DNA 중 어느 것이 유전 물질인지를 알 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

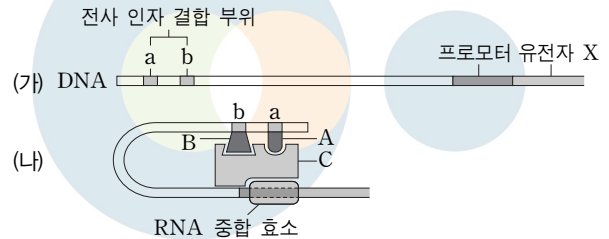
14
▶ 6067-0261

그림 (가)는 조절 유전자에, (나)는 작동 부위에 각각 돌연변이가 일어나 젖당 오페론의 발현 조절에 영향을 주는 것을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 다른 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

보기
ㄱ. (가)에서 젖당 오페론에는 돌연변이가 일어나지 않았다.
ㄴ. (가)와 (나) 모두 젖당이 없어도 구조 유전자로부터 mRNA가 전사된다.
ㄷ. (가), (나)의 돌연변이를 갖는 대장균은 모두 포도당이 없고 젖당만 있는 배지에서 생장하지 못한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

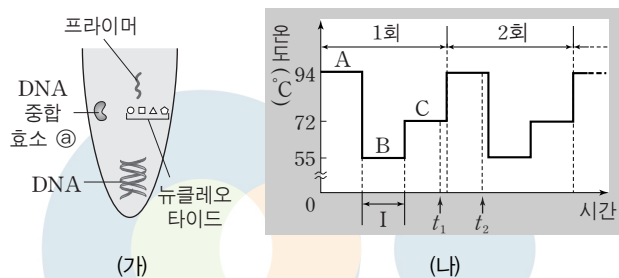
15
▶ 6067-0262

그림 (가)는 간세포의 핵에 있는 DNA에서 유전자 X의 발현에 관련된 부위를, (나)는 전사 인자 A, B에 의해 유전자 X의 발현이 조절되는 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 유전자 X의 발현을 촉진하는 전사 인자이며, a와 b는 각각 전사 인자 A와 B의 결합 부위이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

보기
ㄱ. a, b, 프로모터, 유전자 X는 하나의 오페론을 구성한다.
ㄴ. a의 염기 서열은 이 사람의 수정체 세포의 핵에 있는 DNA에도 있다.
ㄷ. 유전자 X의 전사가 개시될 때 (나)와 같은 구조가 형성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16
▶ 6067-0263

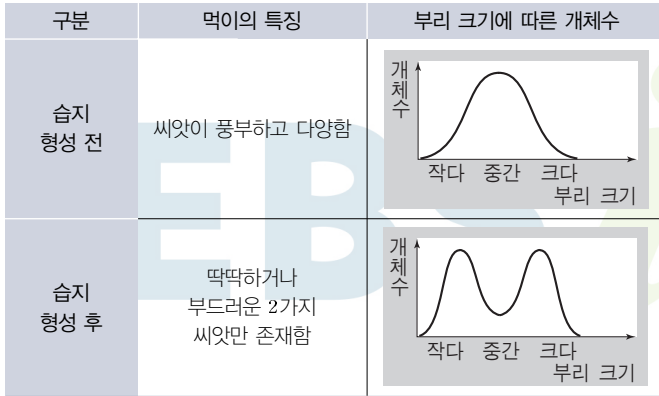
그림 (가)는 PCR 반응에 필요한 물질을, (나)는 PCR 과정에서의 온도 변화를 나타낸 것이다. A~C는 각각 프라이머 결합 단계, DNA 변성 단계, DNA 합성 단계 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. DNA 중합 효소 ⓐ의 최적 온도는 37 ℃이다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서 프라이머가 DNA에 결합한다.
ㄷ. (가)의 물질 중 2중 가닥 DNA의 양은 t_2일 때가 t_1일 때보다 많다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

6067-0264

표는 습지 형성 전후 핀치새 집단의 부리 크기 변화를 나타낸 것이다. 핀치새는 부리가 클수록 부드러운 씨앗보다 딱딱한 씨앗을 더 잘 먹는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

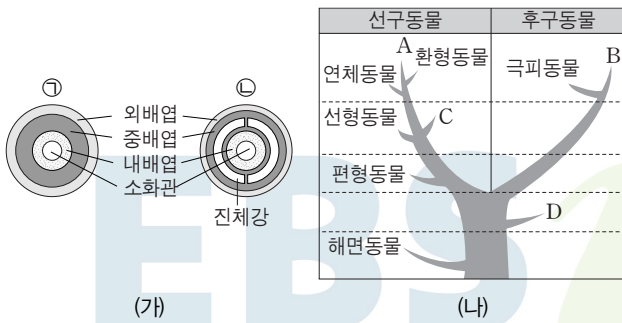
보기

ㄱ. 습지 형성 전후의 환경 변화에 의해 핀치새 집단에서 적응이 일어났다.
ㄴ. 습지 형성 후의 핀치새 집단의 변화는 자연선택 중 방향성 선택에 해당한다.
ㄷ. 습지 형성 후 중간 크기의 부리를 가진 핀치새의 생존 확률은 습지 형성 전보다 증가하였다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

6067-0265

그림 (가)는 동물의 종류에 따른 내부 구조를, (나)는 주요 동물군의 계통수를 나타낸 것이다. A~D는 각각 자포동물(강장동물), 절지동물, 윤형동물, 척삭동물 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

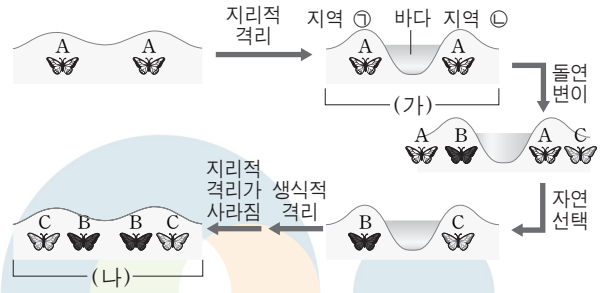
보기

ㄱ. A~C는 모두 3배엽성 동물이다.
ㄴ. A는 ㉠과, B는 ㉡과 같은 구조를 갖는다.
ㄷ. D는 내배엽으로 둘러싸인 체강이 발달한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

6067-0266

그림은 종 A의 분화 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 지역 ㉠에 있는 A와 지역 ㉡에 있는 A 간에 유전자 교환이 일어나지 않는다.
ㄴ. (나)에서 B와 C는 서로 다른 종이다.
ㄷ. 자연선택이 일어나면 유전자풀이 변화된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

6067-0267

다음은 낫 모양 적혈구 빈혈증 유전에 대한 자료이다.

- 사람에서 정상 적혈구와 낫 모양 적혈구는 상염색체에 존재하는 두 대립 유전자 S와 S^*에 의해 결정된다.
- 표는 유전자형에 따른 적혈구의 표현형을 나타낸 것이다.

유전자형	SS	SS^*	S^*S^*
낫 모양 적혈구	없음	있음	있음

같은 수의 남녀로 구성된 인구 10000명의 멘델 집단에서 낫 모양 적혈구를 가진 사람의 수는 6400명이다. 이 집단에서 낫 모양 적혈구를 갖지 않은 한 여성이 낫 모양 적혈구를 갖는 임의의 남성과 결혼하여 아이를 낳을 때 그 아이가 낫 모양 적혈구를 갖지 않을 확률은? [3점]

① 24 % ② 37.5 % ③ 40 %
④ 48 % ⑤ 64 %

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점씩입니다.

01

6067-0268

표는 세포의 구조와 기능을 연구하는 데 이용하는 실험 방법 (가)~(다)의 특징 일부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 자기 방사법, 세포 분획법, 주사 전자 현미경 중 하나이다.

실험 방법	특징
(가)	엽록체, 리보솜 등과 같은 세포 소기관을 분리할 수 있다.
(나)	방사성 동위 원소를 이용해 세포 내에서 물질이 이동하는 경로를 밝힐 수 있다.
(다)	1 μm 크기의 세포 소기관의 입체 구조를 관찰할 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

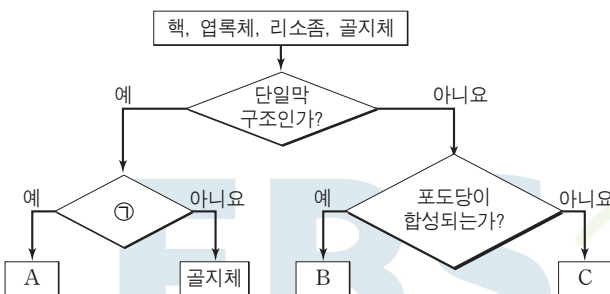
보기

ㄱ. (가)는 원심 분리기를 이용한 방법이다.
ㄴ. (나)는 박테리오파지와 대장균을 이용해 유전 물질이 DNA임을 증명한 허시와 체이스의 연구에 이용되었다.
ㄷ. (다)는 유리 렌즈로 물체의 상을 확대한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0269

그림은 4종류의 세포 소기관을 특징에 따라 구분하는 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

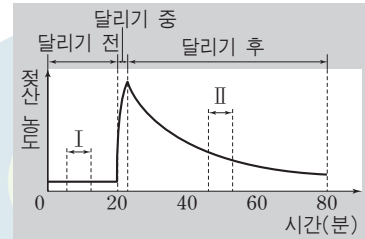
ㄱ. '세포 내 소화를 담당하는가?'는 ㉠에 해당한다.
ㄴ. A와 C에는 모두 핵산이 들어 있다.
ㄷ. B는 그라나 구조를 갖는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 51쪽

03

6067-0270

그림은 철수가 달리기를 하기 전부터 달리기를 하고 난 이후 동안 혈장 내 젖산 농도를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

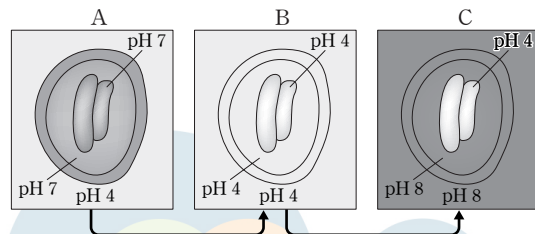
ㄱ. 구간 Ⅰ에서는 해당 과정과 산화적 인산화가 모두 일어난다.
ㄴ. 달리기 중에는 근육 세포의 세포질에서 NADH의 산화가 일어난다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서 혈장 내 젖산 농도가 감소한 것은 젖산의 환원이 일어났기 때문이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0271

다음 (가)는 엽록체를 이용하여 암실에서 실시한 실험 과정을, (나)는 광합성의 반응식을 나타낸 것이다.

(가) 분리된 엽록체를 A와 같이 pH 4의 산성 용액에 담가 두어 B와 같이 틸라코이드 내부의 pH가 4가 되도록 한 후 이를 pH 8의 용액으로 옮겨 C와 같은 상태가 되게 한다.

(나) 반응 1 : $12H_2O + 12NADP^+ \rightarrow 6O_2 + 12NADPH + 12H^+$
반응 2 : $ADP + P_i \rightarrow ATP$
반응 3 : $6CO_2 + 12NADPH + 12H^+ + 18ATP \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12NADP^+ + 18ADP + 18P_i$

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① B의 틸라코이드에서 반응 1이 일어난다.
② C의 엽록체에서 반응 2가 일어난다.
③ C의 스트로마에서는 반응 3이 일어나지 않는다.
④ C에서 틸라코이드 내외의 H^+ 농도 차는 점차 줄어든다.
⑤ 살아 있는 식물체의 경우 반응 1에는 빛에너지가 필요하다.

05

▶ 6067-0272

표 (가)는 질량과 모양이 같은 감자 조각을 서로 다른 농도의 포도당 용액에 각각 넣었을 때 감자 조각의 질량 변화를, (나)는 서로 다른 농도의 NaCl 수용액에 적혈구를 넣었을 때 용혈된 적혈구의 비율을 나타낸 것이다.

(가)

구분	포도당 용액		
	A	B	C
질량 변화	−0.04 g	0	+0.07 g

(− : 감소, + : 증가)

(나)

구분	NaCl 수용액		
	㉠	㉡	㉢
용혈된 적혈구의 비율(%)	0	50	100

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

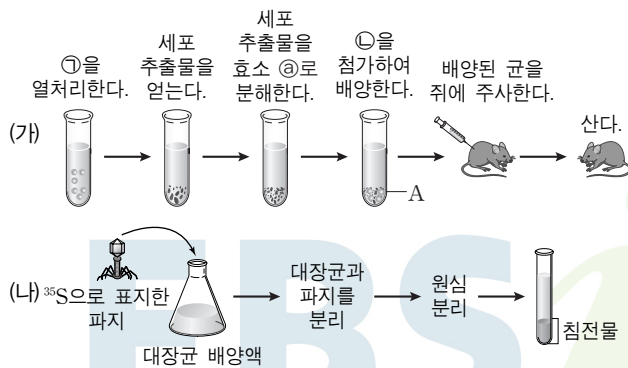
보기

ㄱ. 감자 조각의 질량 변화가 일어나는 동안 감자 세포의 삼투압은 A에서는 높아지고, C에서는 낮아진다.
ㄴ. B에서 감자 세포의 삼투압과 팽압이 같다.
ㄷ. NaCl 수용액의 농도는 ㉠이 ㉢보다 높다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6067-0273

그림 (가)는 폐렴 쌍구균을 이용한 에이버리의 실험 일부를, (나)는 유전 물질이 무엇인지 알아보기 위해 수행한 허시와 체이스의 실험 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 R형균과 S형균 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

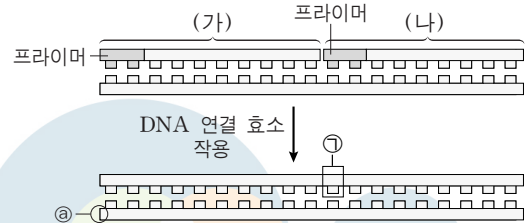
보기

ㄱ. ⓐ는 DNA 분해 효소이다.
ㄴ. 시험관 A에는 유전 물질이 존재하지 않는다.
ㄷ. (나)의 침전물에 있던 대장균으로부터 방출된 파지에서 방사선이 검출된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶ 6067-0274

그림은 2중 나선 DNA 중 한쪽 주형 가닥에서 복제되는 과정의 일부를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 새로 합성된 가닥이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 주형 가닥의 말단 ⓐ는 3′ 방향이다.
ㄴ. (나)는 (가)보다 먼저 합성되었다.
ㄷ. 뉴클레오타이드 ㉠의 구성 성분에는 디옥시리보스가 포함된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6067-0275

다음은 붉은빵곰팡이를 이용한 실험이다.

• 야생형 붉은빵곰팡이가 선구 물질로부터 물질 A를 합성하는 과정에는 중간 산물 ㉠~㉣이 만들어진다.
• 야생형 붉은빵곰팡이에 X선을 처리하여 돌연변이주 Ⅰ~Ⅴ를 얻었다.
• 표는 최소 배지에 ㉠~㉣을 각각 첨가했을 때 얻은 붉은빵곰팡이의 생장 결과를 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅴ는 각각 선구 물질로부터 물질 A가 합성되는 과정에 필요한 5종류의 효소 유전자 중 하나에만 돌연변이가 일어난 것이다.

구분	최소 배지	첨가물				
		㉠	㉡	㉢	㉣	A
야생형	+	+	+	+	+	+
돌연변이주 Ⅰ	−	−	−	−	−	+
돌연변이주 Ⅱ	−	−	+	+	+	+
돌연변이주 Ⅲ	−	−	−	+	−	+
돌연변이주 Ⅳ	−	−	−	+	+	+
돌연변이주 Ⅴ	−	+	+	+	+	+

(+ : 생장함, − : 생장하지 못함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

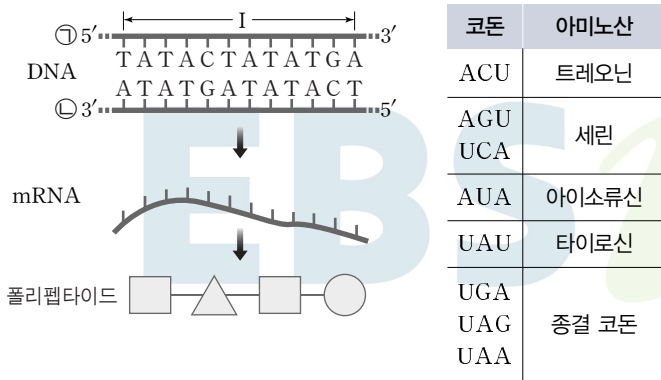
ㄱ. Ⅱ는 ㉢을 ㉠으로 전환시키는 효소를 합성하지 못한다.
ㄴ. Ⅳ는 최소 배지에 ㉣을 첨가한 배지에서 ㉢을 만들 수 있다.
ㄷ. 물질 A의 합성 과정은 '선구 물질 → ㉠ → ㉢ → ㉡ → ㉣ → 물질 A' 순이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

6067-0276

그림은 DNA로부터 폴리펩타이드가 합성되는 과정을, 표는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다.

코돈	아미노산
ACU	트레오닌
AGU UCA	세린
AUA	아이소류신
UAU	타이로신
UGA UAG UAA	종결 코돈

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 구간 Ⅰ의 염기 서열이 유전자 발현 과정을 거쳐 그림에서 제시된 폴리펩타이드로 번역되었다.) [3점]

보기

ㄱ. mRNA의 염기 서열은 5′－UCAUAUAGUAUA－3′이다.
ㄴ. ㉡에는 종결 코돈인 5′－UGA－3′과 상보적인 염기 서열이 존재한다.
ㄷ. 그림의 폴리펩타이드에는 세린이 2개 포함되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6067-0277

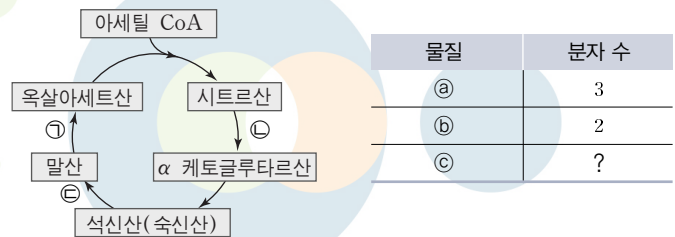
다음은 집단(개체군)의 유전자풀에 대한 학생 A～C의 의견이다.

제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② B ③ C
④ A, B ⑤ A, B, C

11

6067-0278

그림은 어떤 동물 세포에서 아세틸 CoA가 산화되는 과정을, 표는 1분자의 아세틸 CoA가 완전 산화되는 과정에서 생성되는 물질 ⓐ～ⓒ의 분자 수를 나타낸 것이다. ⓐ～ⓒ는 각각 CO_2, ATP, NADH 중 하나이다.

아세틸 CoA
옥살아세트산 → 시트르산
시트르산 → ㉡ → α 케토글루타르산
α 케토글루타르산 → 석신산(숙신산)
석신산(숙신산) → ㉢ → 말산
말산 → ㉠ → 옥살아세트산

물질	분자 수
ⓐ	3
ⓑ	2
ⓒ	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 과정 ㉠에서 탈수소 반응이 일어난다.
ㄴ. 과정 ㉡에서 ⓐ와 ⓑ가 모두 생성된다.
ㄷ. 과정 ㉢에서 1분자의 ⓒ가 생성된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0279

다음은 돌연변이 대장균 Ⅰ～Ⅲ에 대한 자료이다.

- Ⅰ～Ⅲ은 젖당 오페론의 작동 부위, 젖당 오페론의 구조 유전자, 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자 중 하나만 결실된 대장균이다.
- Ⅰ: 구조 유전자가 결실된 돌연변이로, 젖당이 있는 배지에서 젖당 분해 효소를 생성하지 못한다.
- Ⅱ: 작동 부위가 결실된 돌연변이로, 포도당과 젖당이 모두 없는 배지에서 억제 단백질이 작동 부위에 결합을 못한다.
- Ⅲ: 조절 유전자가 결실된 돌연변이로, 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 억제 단백질과 젖당(젖당 유도체)의 결합이 일어나지 않는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

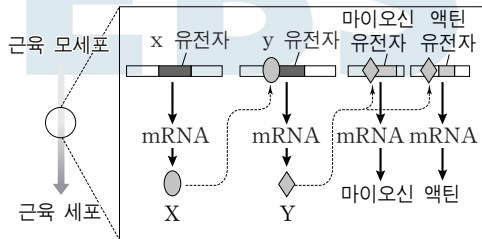
ㄱ. Ⅰ에서는 억제 단백질이 생성된다.
ㄴ. 젖당이 있는 배지에서 생장하는 Ⅱ에서는 억제 단백질이 젖당(젖당 유도체)과 결합한다.
ㄷ. Ⅲ은 포도당과 젖당이 모두 없는 배지에서 젖당 분해 효소를 생성한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6067-0280

다음은 사람의 근육 세포 분화에 관여하는 x 유전자에 대한 자료이다.

- 마이오신과 액틴은 근육 세포의 주요 구성 성분이다.
- 근육 모세포가 근육 세포로 분화되는 과정에서 x 유전자가 발현되어 단백질 X가 생성된다.
- X는 y 유전자의 발현을 촉진하며, y 유전자가 발현되어 단백질 Y가 생성된다.
- Y는 마이오신 유전자와 액틴 유전자의 발현을 촉진시킨다.

- 피부 모세포에서 x 유전자를 발현시키면 마이오신과 액틴이 만들어질 수 있다

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

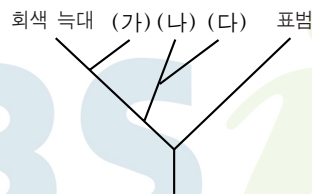
ㄱ. 단백질 X와 Y는 모두 전사 인자이다.
ㄴ. 피부 모세포에는 근육 세포 형성에 필요한 유전자가 있다.
ㄷ. 위 자료에서 한 종류의 전사 인자는 서로 다른 종류의 유전자 발현을 촉진할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6067-0281

표는 식육목에 속하는 동물 5종의 학명을, 그림은 이 동물들의 유연관계를 계통수로 나타낸 것이다. 계통수에서 '과'가 분기되는 지점은 2곳이 있다.

구분	학명
표범	*Panthera pardus*
유럽 수달	*Lutra lutra*
코요테	*Canis latrans*
아메리카 오소리	*Taxidea taxus*
회색 늑대	*Canis lupus*

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

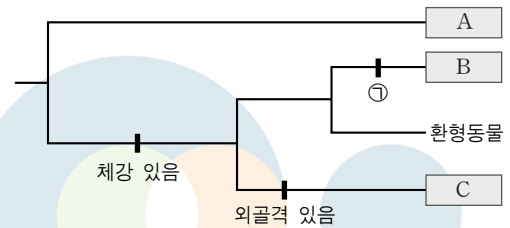
보기

ㄱ. (나)는 코요테이다.
ㄴ. (가)와 (다)는 서로 다른 과에 속한다.
ㄷ. 아메리카 오소리와 유럽 수달의 유연관계는 아메리카 오소리와 코요테의 유연관계보다 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

6067-0282

그림은 동물문 A~C와 환형동물에 대해 형태적 형질을 기준으로 작성한 계통수를 나타낸 것이다. A~C는 각각 연체동물문, 절지동물문, 편형동물문 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

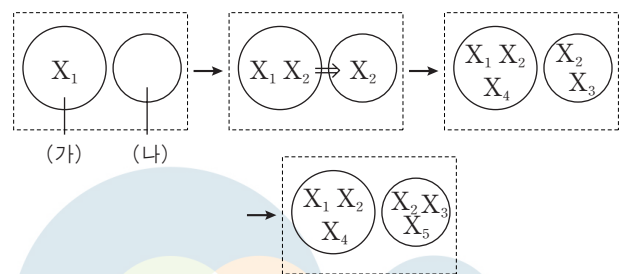
보기

ㄱ. 플라나리아는 A에 속한다.
ㄴ. '몸은 크기가 같은 체절로 되어 있음'은 ㉠에 해당한다.
ㄷ. C는 중배엽성 조직으로 완전히 둘러싸인 체강을 가지고 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

6067-0283

그림은 (가)와 (나) 지역에서 동물의 종 분화가 일어나는 과정을 나타낸 것이다. X_1~X_5는 서로 다른 생물학적 종이다. → 는 시간 경과를, ⇒ 는 이주를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 한 지역 내에서 지리적 격리는 없으며, 제시된 이주와 종 X_1~X_5 이외의 다른 요인은 고려하지 않는다.) [3점]

보기

ㄱ. (가) 지역에서는 (나) 지역에서보다 동소적 종 분화가 많이 일어났다.
ㄴ. X_2와 X_3의 유연관계는 X_1과 X_3의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. X_4와 X_5의 교배로 생식 능력이 있는 자손을 만들 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

17

6067-0284

다음은 유전병 (가)에 대한 자료이다.

- 사람의 유전병 (가)는 한 쌍의 대립 유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- 10000명으로 구성된 하디－바인베르크 법칙을 만족하는 집단 P에서 유전병 (가)를 가진 사람은 모두 1600명이고, 정상인 부모 사이에서 유전병 (가)를 가진 누나와 정상인 철수가 태어났다.
- 대립 유전자 A와 a, 철수의 유전병 (가)에 관한 유전자를 제한 효소 R로 절단하여 얻은 DNA 조각을 전기 영동하였을 때의 DNA 지문은 그림과 같이 나타났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 집단 P의 대립 유전자 a의 빈도는 0.4이다.
ㄴ. 집단 P에서 500명의 아이가 태어날 때, 이 중 유전병 (가)를 가진 아이는 50명이다.
ㄷ. 철수가 집단 P의 임의의 정상 여자와 결혼하여 아이를 낳을 때, 이 아이가 정상인 딸일 확률은 $\frac{3}{4}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

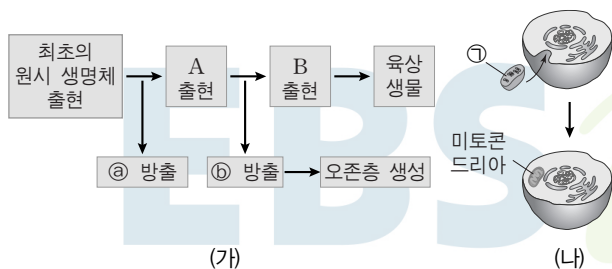
18

6067-0285

그림 (가)는 원시 지구에서의 생물 출현 과정과 그에 따른 지구 대기 변화를, (나)는 진핵세포가 진화되는 과정에 대한 가설 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 광합성 세균과 호기성 세균 중 하나이며, ⓐ와 ⓑ는 각각 O_2와 CO_2 중 하나이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

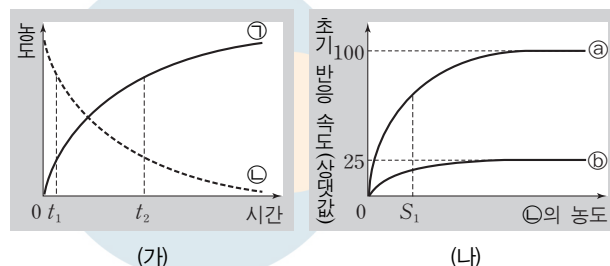
보기

ㄱ. ㉠은 호기성 세균이다.
ㄴ. B는 독립 영양 생물이다.
ㄷ. ⓐ는 (나)의 미토콘드리아에서 산화적 인산화에 쓰인다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

19

6067-0286

그림 (가)는 효소 X의 농도가 일정할 때 시간의 경과에 따른 ㉠과 ㉡의 농도를, (나)는 효소 X의 농도를 ⓐ와 ⓑ로 하였을 때 ㉡의 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 기질과 생성물 중 하나이다.

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나)의 초기 반응 속도는 효소의 농도에 비례한다.)

보기

ㄱ. ㉡은 효소 X의 활성 부위에 결합한다.
ㄴ. 활성화 에너지는 t_1일 때가 t_2일 때보다 크다.
ㄷ. ⓐ는 ⓑ의 2배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

20

6067-0287

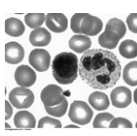
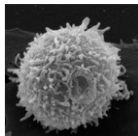
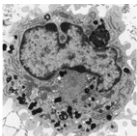
그림은 캘빈 회로의 일부를, 표는 물질 A～C의 분자 수, 1분자당 탄소 수를 나타낸 것이다. A～C는 각각 3PG(PGA), G3P(PGAL), RuBP 중 하나이다.

물질	분자 수	탄소 수
A	3	5
B	?	3
C	6	3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 1분자당 인산기 수는 A가 C의 2배이다.
ㄴ. 캘빈 회로에서 3분자의 CO_2가 고정될 때 생성된 B의 분자 수는 5이다.
ㄷ. $\frac{\text{㉠에서 사용되는 ATP의 분자 수}}{\text{㉡에서 사용되는 ATP의 분자 수}}=\frac{1}{2}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 55쪽

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점씩입니다.

01

6067-0288

표는 광학 현미경과 전자 현미경 (가), (나)를 이용해 혈구를 관찰한 것을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 투과 전자 현미경과 주사 전자 현미경 중 하나이며, A와 B는 각각 전자선과 가시광선 중 하나이다.

현미경	광학 현미경	(가)	(나)
광원	A	B	
혈구			

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

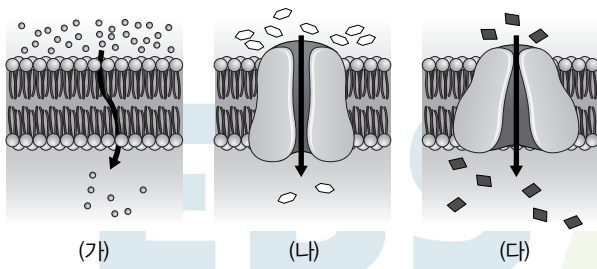
보기

ㄱ. A는 가시광선, B는 전자선이다.
ㄴ. 광학 현미경은 (가)보다 해상력이 높다.
ㄷ. (나)를 이용한 관찰에서는 관찰 시료를 얇게 잘라야 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0289

그림은 세포막을 통한 물질의 이동 방식을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 촉진 확산, 능동 수송, 단순 확산 중 하나이다. 화살표는 물질의 순이동 방향이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

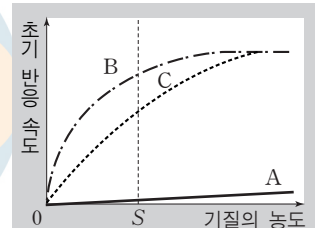
ㄱ. (가)는 단순 확산이다.
ㄴ. (나)에서는 에너지가 사용된다.
ㄷ. O_2가 미토콘드리아 내막을 통해 이동되는 방식은 (다)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0290

표는 기질이 포함된 시험관 A~C에 첨가한 물질을, 그림은 각 시험관에서 기질의 농도에 따른 효소 반응의 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 물질 X와 Y는 각각 저해제와 보조 인자 중 하나이며, A~C에 처리한 주효소의 양은 같다.

시험관	첨가 물질
A	주효소
B	주효소+X
C	주효소+X+Y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

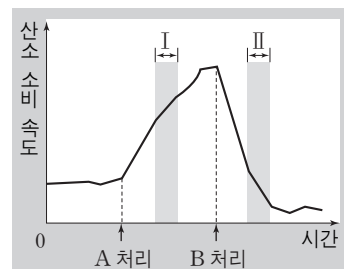
보기

ㄱ. X는 단백질로 이루어져 있다.
ㄴ. Y는 경쟁적 저해제이다.
ㄷ. 기질의 농도가 S일 때 효소-기질 복합체의 양은 B에서가 C에서보다 많다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0291

그림은 근육 세포에 A와 B를 처리하였을 때 산소 소비 속도를, 표는 물질 ㉠과 ㉡의 특징을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

물질	특징
㉠	미토콘드리아 내막에서 전자 전달계의 전자 전달을 억제함
㉡	미토콘드리아에서 막 사이 공간과 기질의 pH 차를 줄임

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. A는 ㉠, B는 ㉡이다.
ㄴ. A를 처리하면 내막을 통해 능동 수송되는 H^+의 양이 증가한다.
ㄷ. 미토콘드리아에서 단위 시간당 생성되는 NADH의 양은 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅱ에서보다 많다.

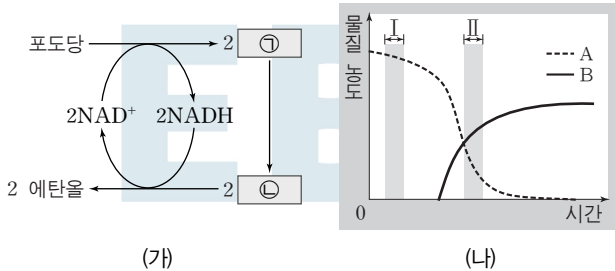
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

6067-0292

그림 (가)는 효모를 포도당 용액이 담긴 시험관에 넣은 후 밀폐시켰을 때 효모에서 일어나는 발효 과정을, (나)는 시험관의 물질 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 아세트알데하이드와 피루브산 중 하나이며, A와 B는 각각 에탄올과 포도당 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. ㉠이 ㉡으로 전환되는 과정에서 탈탄산 반응이 일어난다.

ㄴ. $\frac{\text{A 1분자당 수소 수}}{\text{B 1분자당 수소 수}}=3$이다.

ㄷ. 효모에서 단위 시간당 소비되는 O_2의 양은 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅱ에서보다 많다.

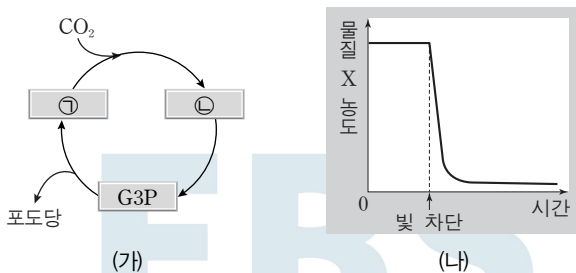
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

6067-0293

그림 (가)는 캘빈 회로를, (나)는 광합성 중인 엽록체에 빛을 차단하였을 때 물질 X의 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 3PG(PGA)와 RuBP 중 하나이고, X는 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. X는 ㉠이다.

ㄴ. 1분자당 탄소 수는 ㉠이 ㉡보다 많다.

ㄷ. 빛이 차단되면 ㉠이 ㉡으로 전환되는 반응은 빛이 차단되기 전보다 빨라진다.

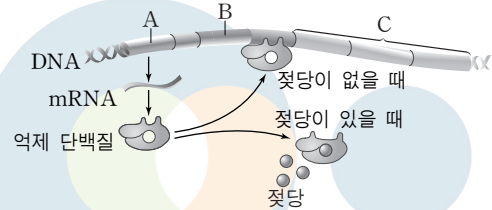
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

6067-0294

그림은 포도당이 없는 배지에서 젖당 유무에 따른 젖당 오페론의 조절 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 프로모터, 조절 유전자, 구조 유전자 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 젖당이 있을 때와 없을 때 모두 발현된다.

ㄴ. B에는 젖당 분해 효소가 암호화되어 있다.

ㄷ. 젖당이 있을 때 C 부위가 전사된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

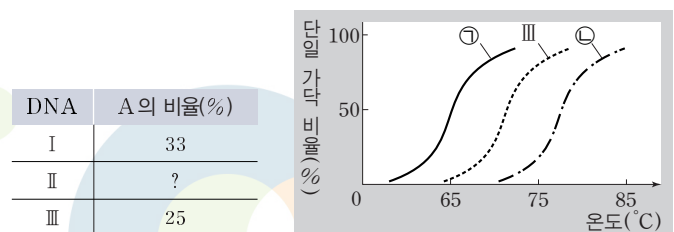
08

6067-0295

표는 길이가 같은 2중 가닥 DNA Ⅰ~Ⅲ의 아데닌(A)의 비율을, 그림은 DNA Ⅰ~Ⅲ의 온도에 따라 변성된 단일 가닥 비율을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Ⅰ과 Ⅱ 중 하나이며, DNA는 2중 가닥 사이의 수소 결합 수가 많을수록 더 높은 온도에서 단일 가닥으로 분리된다.

DNA	A의 비율(%)
Ⅰ	33
Ⅱ	?
Ⅲ	25

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. Ⅱ에서 티민(T)의 비율은 25 %보다 높고 33 %보다 낮다.

ㄴ. 수소 결합 수는 ㉡이 ㉠보다 많다.

ㄷ. $\frac{\text{퓨린 계열 염기 수}}{\text{피리미딘 계열 염기 수}}$는 Ⅱ > Ⅲ > Ⅰ이다.

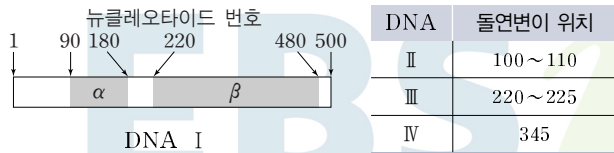
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6067-0296

다음은 DNA Ⅰ~Ⅳ를 이용한 실험 과정과 결과이다.

- 그림은 500개의 염기쌍으로 구성된 DNA Ⅰ을, 표는 DNA Ⅰ에서 제시된 위치에서 하나의 염기가 다른 염기로 치환되는 돌연변이가 일어나 만들어진 DNA Ⅱ~Ⅳ의 돌연변이 위치를 나타낸 것이다.

DNA	돌연변이 위치
Ⅱ	100~110
Ⅲ	220~225
Ⅳ	345

- α와 β는 각각 프로모터가 포함된 부위와 단백질 암호화 부위 중 하나이며, 번역은 mRNA의 개시 코돈(AUG)에서 시작된다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 전사가 가능하게 하는 용액이 담긴 시험관 A와 번역이 가능하게 하는 용액이 담긴 시험관 B를 각각 4개씩 준비한다.

(나) DNA Ⅰ~Ⅳ를 각각 A에 넣어 반응시킨 후 생성물을 B에 넣어 반응시킨 결과는 표와 같다.

구분		DNA			
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
A	RNA 생성 여부	○	×	○	○
B	단백질 생성 여부	○	×	×	○

(○ : 생성됨, × : 생성되지 않음)

(다) Ⅳ의 돌연변이에 의해 종결 코돈이 새로이 만들어진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, DNA Ⅰ에는 하나의 단백질 암호화 부위만 있으며, DNA Ⅰ이 발현되어 만들어진 단백질은 하나이다.) [3점]

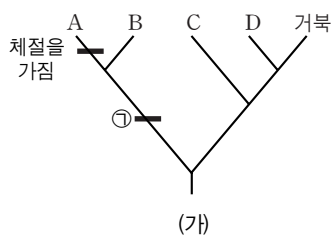
보기

ㄱ. α는 프로모터가 포함된 부위이다.
ㄴ. β에는 개시 코돈(AUG)이 1개 포함되어 있다.
ㄷ. Ⅳ에서 만들어진 단백질은 42개의 아미노산으로 이루어져 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6067-0297

그림 (가)는 동물 A~D와 거북의 계통수를, (나)는 A~D를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, ㉠은 분류 기준이며, 오징어는 연체동물이다.)

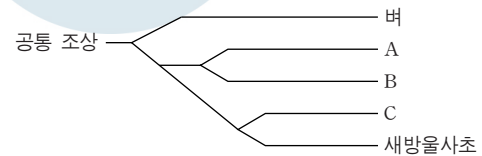
보기

ㄱ. A는 초파리이다.
ㄴ. '중배엽이 형성됨'은 ㉠에 해당한다.
ㄷ. 거북과 C의 유연관계는 거북과 D의 유연관계보다 가깝다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

6067-0298

그림은 2개의 과에 속하는 5가지 식물의 계통수를, 표는 각 식물의 학명을 나타낸 것이다. A~C는 각각 낚시사초, 갯방동사니, 푸른방동사니 중 하나이며, A와 C의 명명자는 같은 사람이다.

식물	학명
벼	*Oryza sativa* Linné
낚시사초	*Carex filipes* Franch. & Sav.
새방울사초	*Carex vesicaria* L.
갯방동사니	*Cyperus polystachyos* Rottb.
푸른방동사니	*Cyperus nipponicus* Franch. & Sav.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 푸른방동사니이다.
ㄴ. B는 C와 같은 과에 속한다.
ㄷ. 새방울사초의 학명은 2명법으로 나타내었다.

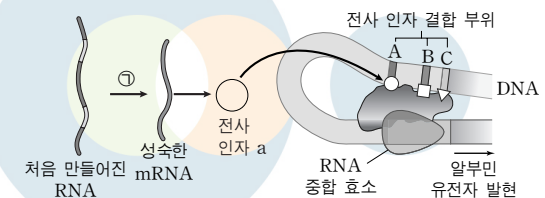
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6067-0299

그림은 간세포에서 전사 인자 a가 발현되고, a가 알부민 유전자 발현에 관여하는 과정을 나타낸 것이다. 알부민은 간세포에서 합성되고, 근육 세포에서는 합성되지 않는다.

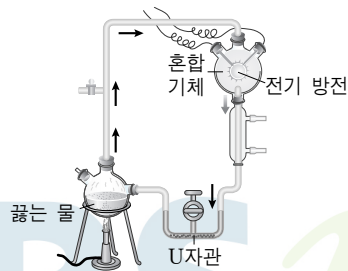
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠ 과정에서 제거된 부위는 번역되지 않는다.
ㄴ. 전사 인자 a는 DNA에 결합한다.
ㄷ. 근육 세포에도 A~C가 모두 존재한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6067-0300

그림은 밀러의 실험을 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 전기 방전은 화학 반응에 필요한 에너지를 제공한다.
ㄴ. U자관에서 핵산이 발견되었다.
ㄷ. 밀러는 이 실험을 통해 원시 지구에서 무기물로부터 간단한 유기물이 합성됨을 증명했다.

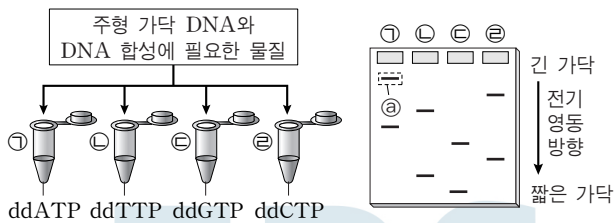
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

14

6067-0301

다음은 염기 서열을 분석하는 실험 과정과 결과이다.

[실험 과정]
(가) 4개의 튜브 ㉠~㉣에 염기 서열을 분석할 주형 가닥 DNA와 7개의 뉴클레오타이드로 이루어진 프라이머 등 DNA 합성에 필요한 물질을 충분히 넣어준다.
(나) 각 튜브에 각각 다른 종류의 ddNTP를 넣어준다.
(다) 각 튜브에서 새로 합성된 단일 가닥 DNA 조각을 전기 영동한다.

[실험 결과] 새로 합성된 단일 가닥 DNA 중 가장 긴 가닥은 주형 가닥의 5′ 말단까지 합성되었으며, 전기 영동 결과 8가지 서로 다른 길이의 DNA 조각으로 분리되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ⓐ는 합성된 가닥 중 가장 긴 가닥이며, 새로 합성된 단일 가닥 DNA에는 프라이머가 포함되어 있다.) [3점]

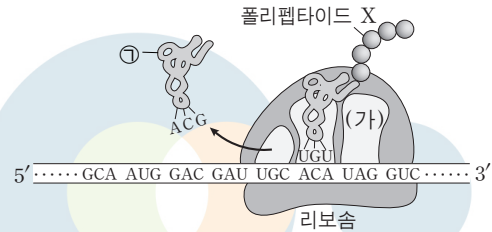
보기

ㄱ. ⓐ는 15개의 뉴클레오타이드로 이루어져 있다.
ㄴ. DNA 중합 효소는 합성 중인 가닥에 ddNTP를 결합시키지 못한다.
ㄷ. 주형 가닥 DNA의 5′ 말단의 뉴클레오타이드는 퓨린 계열 염기를 가지고 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

6067-0302

그림은 번역 과정을, 표는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다.

코돈	아미노산
AUG	메싸이오닌
ACA, ACG, ACC, ACU	트레오닌
GAC, GAU	아스파트산
UGC, UGU	시스테인
UAA, UGA, UAG	종결 코돈

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

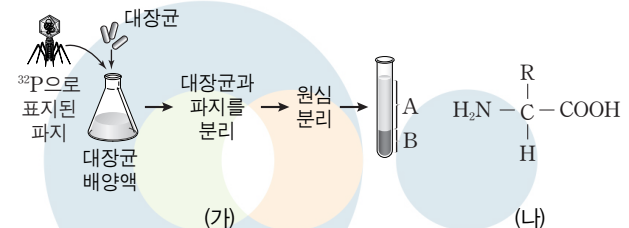
보기

ㄱ. ㉠은 시스테인과 결합할 수 있다.
ㄴ. (가)에는 종결 코돈에 상응하는 tRNA가 결합한다.
ㄷ. 폴리펩타이드 X에 2개의 아스파트산이 포함되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

16

6067-0303

그림 (가)는 허시와 체이스가 수행한 실험의 일부를, (나)는 파지를 구성하는 단백질의 기본 단위를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 침전물과 상층액 중 하나이다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

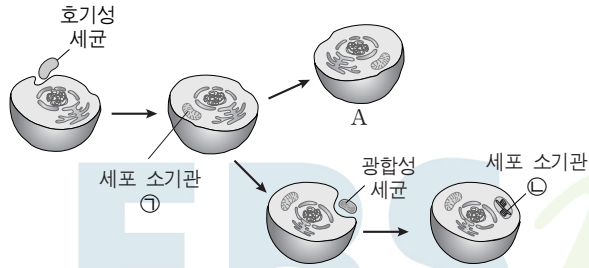
보기

ㄱ. 이 실험에서 자기 방사법이 이용되었다.
ㄴ. ^{32}P은 파지에 존재하는 (나)를 표지한다.
ㄷ. B에서 방사선이 검출된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶ 6067-0304

그림은 진핵세포의 진화 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 엽록체와 미토콘드리아 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

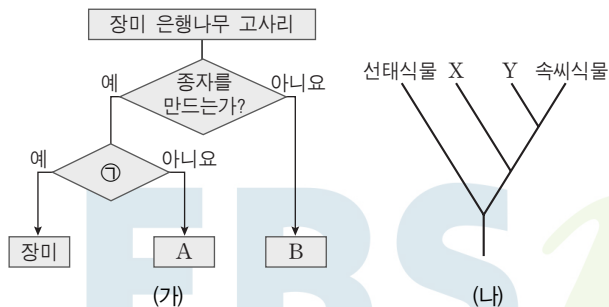
보기

ㄱ. A는 독립 영양 생물이다.
ㄴ. ㉠과 ㉡에서 모두 ATP가 합성된다.
ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 세포 내 공생으로 진화되었을 것으로 추측된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

18

▶ 6067-0305

그림 (가)는 3가지 식물을 분류하는 과정을, (나)는 식물의 계통수를 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 겉씨식물과 양치식물 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

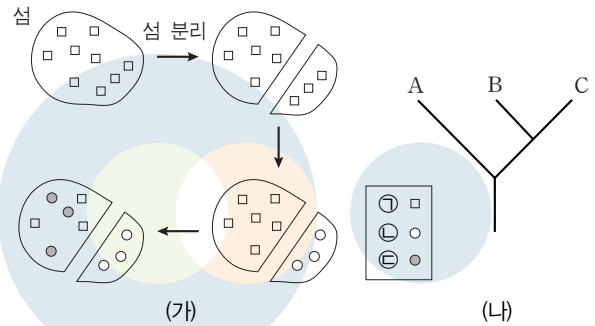
보기

ㄱ. '종자가 씨방에 싸여 있는가?'는 ㉠에 해당한다.
ㄴ. A는 X에, B는 Y에 속한다.
ㄷ. B는 포자를 이용해 번식한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶ 6067-0306

그림 (가)는 어떤 섬에서 섬이 분리되어 격리된 이후 일어난 종 분화를, (나)는 섬에서 분화된 생물학적 종 ㉠~㉢의 계통수를 나타낸 것이다. A~C는 각각 ㉠~㉢ 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. A는 ㉠이다.
ㄴ. (가)에서 이소적 종 분화가 일어났다.
ㄷ. ㉠과 ㉢의 유전자풀은 서로 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

▶ 6067-0307

다음은 어떤 멘델 집단에 대한 자료이다.

- 성염색체는 수컷이 XY, 암컷이 XX이다.
- 날개 모양은 상염색체에 존재하는 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며, A는 정상 날개 대립 유전자이고 우성이며, A^*는 작은 날개 대립 유전자이고 열성이다.
- 눈의 색은 X 염색체에 존재하는 대립 유전자에 의해 결정되며, B는 붉은색 눈 대립 유전자이고 우성이며, B^*는 흰색 눈 대립 유전자이고 열성이다.
- 이 집단의 개체수는 수컷 5000마리와 암컷 5000마리이며, 정상 날개의 개체수는 5100마리이고, 흰색 눈 개체수는 ㉠2800마리이다.
- 이 집단에서 무작위적 교배를 통해 자손 1대(F_1)에서 수컷 10000마리와 암컷 10000마리가 태어났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 이 집단의 정상 날개를 가진 개체군에서 유전자형이 이형 접합인 개체의 수가 동형 접합인 개체의 수보다 많다.
ㄴ. ㉠에서 수컷이 암컷보다 많다.
ㄷ. F_1에서 작은 날개에 붉은색 눈을 가지는 암컷은 4000마리보다 많다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 59쪽

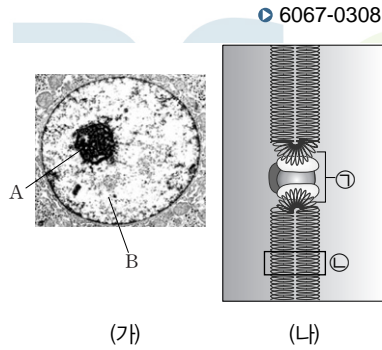
문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점씩입니다.

01

6067-0308

그림 (가)는 핵의 단면을, (나)는 핵막의 일부를 확대하여 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 핵공과 2중 막 구조 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(가) (나)

보기

ㄱ. A는 리보솜의 합성에 관여한다.
ㄴ. B에서 합성된 mRNA는 ㉠을 통해 세포질로 이동한다.
ㄷ. 엽록체에도 ㉡과 같은 구조가 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6067-0309

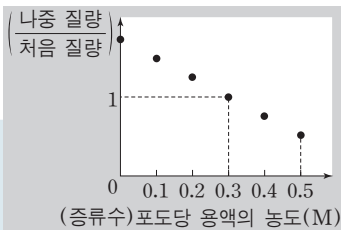
다음은 감자 세포의 삼투 현상을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 6개의 동일한 비커에 같은 양의 증류수와 0.1 M, 0.2 M, 0.3 M, 0.4 M, 0.5 M 농도의 포도당 용액을 각각 넣는다.

(나) 질량(처음 질량)이 같고 한 변이 1 cm인 정육면체 모양의 감자 조각을 (가)의 비커에 각각 1개씩 넣는다.

(다) 일정 시간 후 각 비커에서 ㉠감자 조각을 꺼내어 질량(나중 질량)을 측정하여 처음 질량에 대한 나중 질량의 비를 구한다.

[실험 결과]

㉠의 세포에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

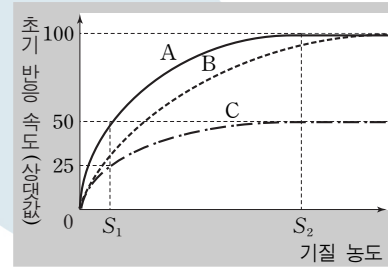
보기

ㄱ. 0.3 M 포도당 용액에서 흡수력은 0이다.
ㄴ. 0.1 M 포도당 용액에서 삼투압은 팽압보다 높다.
ㄷ. 삼투압은 0.5 M 포도당 용액에서가 0.1 M 포도당 용액에서보다 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6067-0310

그림은 어떤 효소 반응에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. A～C는 각각 경쟁적 저해제가 첨가되었을 때, 비경쟁적 저해제가 첨가되었을 때, 저해제가 없을 때 중 하나이다. A～C 모두 첨가한 효소의 양은 동일하다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 효소 반응의 활성화 에너지는 A=B=C이다.
ㄴ. S_1일 때 $\frac{\text{기질과 결합하지 않은 효소의 양}}{\text{기질과 결합한 효소의 양}}$의 값은 A=C이다.
ㄷ. S_2일 때 기질과 결합되어 있지 않은 효소의 농도는 A=C이다.

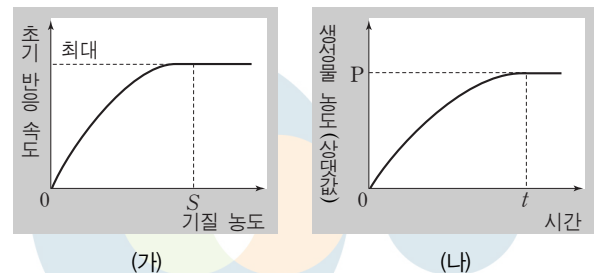
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6067-0311

효소 X의 농도가 일정할 때 그림 (가)는 효소 X가 관여하는 반응에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를, (나)는 시간에 따른 생성물 농도를 각각 나타낸 것이다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

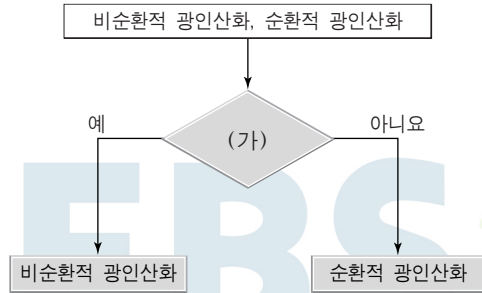
보기

ㄱ. S일 때 효소-기질 복합체가 형성되고 있다.
ㄴ. S일 때 효소를 추가하여 넣어주면 초기 반응 속도가 증가한다.
ㄷ. t일 때 효소 X의 기질을 첨가하면 생성물 농도가 높아진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6067-0312

그림은 식물 세포에서 일어나는 비순환적 광인산화와 순환적 광인산화를 구분하는 자료이다.

(가)에 들어갈 내용으로 적절한 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 광계 Ⅱ가 관여하는가?
ㄴ. 생성물에는 NADPH가 있는가?
ㄷ. 반응 중심 색소 P_{700}을 이용하는가?

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

6067-0313

다음은 산소가 있을 때 미토콘드리아에서 나타나는 물질과 화학 반응에 대한 자료이다.

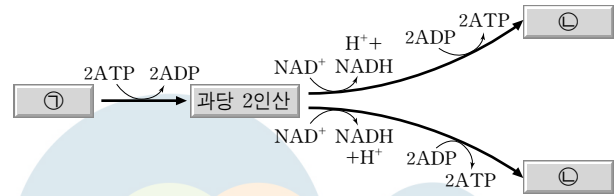
- (가) : 1분자의 석신산(숙신산)으로부터 옥살아세트산이 형성되는 과정에서 생성된 모든 NADH와 $FADH_2$가 산화적 인산화에 이용될 때 생성되는 ATP의 분자 수
- (나) : 1분자의 아세틸 CoA와 옥살아세트산으로부터 석신산(숙신산)이 형성될 때까지 방출되는 CO_2의 분자 수
- (다) : 1분자의 α 케토글루타르산으로부터 옥살아세트산이 형성되는 과정에서 생성된 모든 NADH가 산화적 인산화에 이용될 때 소모되는 O_2의 분자 수

(가)+(나)+(다)의 값은 얼마인가? (단, 산화적 인산화를 통해 1분자의 NADH로부터 3ATP, 1분자의 $FADH_2$로부터 2ATP가 생성된다.) [3점]

① 7 ② 7.5 ③ 8
④ 8.5 ⑤ 10

07

6067-0314

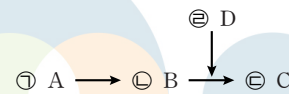
그림은 해당 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 포도당과 피루브산 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 1분자당 탄소 수는 ㉠이 ㉡의 2배이다.
ㄴ. 해당 과정에서 ATP의 합성과 분해 반응이 모두 일어난다.
ㄷ. ㉠보다 ㉡에 더 많은 에너지가 저장되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

6067-0315

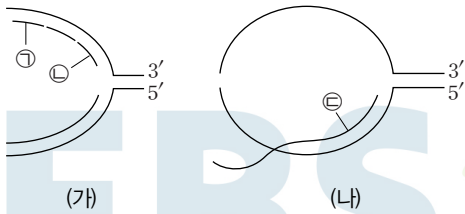
그림은 1분자의 포도당이 합성되는 과정에서 나타나는 캘빈 회로의 일부를 나타낸 것이다. A~D는 각각 CO_2, G3P(PGAL), 3PG(PGA), RuBP 중 하나이고, ㉠~㉣은 분자 수이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. $\frac{㉡}{㉠}=\frac{3}{5}$이다.
ㄴ. ㉢은 ㉣의 2배이다.
ㄷ. B → C 과정에서 명반응에서 합성된 NADPH가 소모된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

▶ 6067-0316

그림 (가)와 (나)는 각각 진핵세포에서 일어나는 DNA의 복제 과정과 전사 과정을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

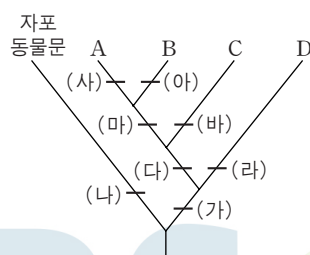
ㄱ. (가)에서 ㉠이 ㉡보다 먼저 합성된다.
ㄴ. ㉢의 합성은 새로 합성되는 가닥의 3′ 말단 → 5′ 말단 방향으로 일어난다.
ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 DNA 뉴클레오타이드의 염기와 RNA 뉴클레오타이드의 염기 사이에 수소 결합이 형성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶ 6067-0317

표는 자포동물문(강장동물문), 연체동물문, 선형동물문, 극피동물문, 환형동물문을 분류하기 위해 이용한 특징이고 그림은 제시된 특징을 기준으로 작성한 계통수이다. A~D는 각각 연체동물문, 선형동물문, 극피동물문, 환형동물문 중 하나이다.

구분	특징
(가)	3배엽성이다.
(나)	2배엽성이다.
(다)	발생 과정에서 원구가 입이 된다.
(라)	발생 과정에서 원구가 항문이 된다.
(마)	진체강이 형성된다.
(바)	의체강(원체강)이 형성된다.
(사)	㉠
(아)	몸이 원통형이고 체절이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

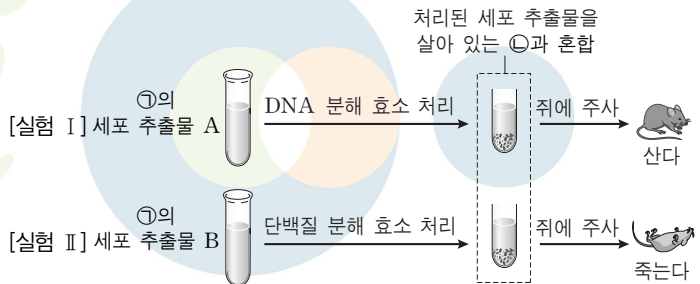
보기

ㄱ. C는 극피동물문이다.
ㄴ. '몸에 외투막이 있다.'는 ㉠에 해당한다.
ㄷ. A~D는 모두 발생 과정에서 중배엽이 형성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 6067-0318

그림은 폐렴 쌍구균을 이용한 실험을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 R형균과 S형균 중 하나이며, R형균은 병원성이 없고 S형균은 병원성이 있다. 세포 추출물 A와 B는 각각 DNA와 단백질 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, [실험 Ⅰ]과 [실험 Ⅱ]에서 제시된 실험 조건 이외의 조건은 모두 동일하다.)

보기

ㄱ. A는 단백질이다.
ㄴ. ㉠은 병원성이 있다.
ㄷ. [실험 Ⅱ]에서 쥐가 죽은 것은 B에 의해 형질 전환이 일어났기 때문이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 6067-0319

다음은 코아세르베이트에 대한 자료이다.

원시 바다 속의 유기물이 모여 콜로이드 상태가 되면서 막으로 둘러싸인 액상의 유기물 복합체인 코아세르베이트가 형성된다. 코아세르베이트는 주변 환경에서 물질을 흡수하면서 성장할 수 있고, ㉠크기가 어느 정도 커지면 분열할 수 있으며, 일부 화학 반응이 일어난다.

코아세르베이트에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 세포 분열과 유사한 특징이다.
ㄴ. 인지질 2중층의 세포막을 가진 원시 세포이다.
ㄷ. 유전 물질을 가지고 스스로 효소를 합성하여 물질대사를 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

13

6067-0320

표는 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 Ⅰ과 Ⅱ를 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 배양하였을 때의 결과를 나타낸 것이다. 돌연변이 Ⅰ과 Ⅱ는 각각 젖당과 결합하지 못하는 억제 단백질이 생성되는 돌연변이와 억제 단백질이 작동 부위와 결합하지 못하는 돌연변이 중 하나이다.

구분	젖당과 억제 단백질의 결합	젖당 분해 효소 합성
야생형	결합함	합성
Ⅰ	결합함	합성
Ⅱ	결합하지 않음	합성되지 않음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 다른 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

보기

ㄱ. 야생형 대장균은 포도당이 없고 젖당이 있을 때 젖당 오페론에서 구조 유전자의 전사가 일어난다.
ㄴ. Ⅰ은 억제 단백질이 작동 부위와 결합하지 못하는 돌연변이이다.
ㄷ. Ⅰ과 Ⅱ는 모두 포도당은 없고 젖당이 있는 배지에서 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6067-0321

다음은 바나나에서 DNA를 추출하여 확인하는 실험이다.

(가) 증류수에 소금과 세제를 넣고, 소금이 완전히 녹을 때까지 잘 섞어 소금-세제액을 만든다.
(나) 적당량의 바나나를 막자사발에 넣고 으깬다.
(다) ㉠ 소금-세제액을 (나)의 막자사발에 넣고 충분히 갈아준 다음, 혼합액을 거름종이로 거른다.
(라) (다)의 거름종이를 통과한 여과액에 적당량의 ㉡ 차가운 에탄올을 조심스럽게 부어 넣고 생성되는 실 모양의 물질을 모은다.
(마) (라)에서 추출한 DNA를 제한 효소로 처리한 후 전기 영동을 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠에서 소금은 세포막과 핵막을 녹이는 역할을 한다.
ㄴ. ㉡은 DNA를 엉기게 하는 역할을 한다.
ㄷ. (마)에서 길이가 짧은 DNA 조각일수록 더 멀리 이동한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

6067-0322

다음은 유전자 x와 이 유전자에 돌연변이가 일어난 유전자 p, q, r, s의 발현에 대한 자료이다.

- x, p, q, r, s로부터 각각 폴리펩타이드 X, P, Q, R, S가 합성된다.
- x의 DNA 2중 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.

5′-CCATGAGTAAGCCGACATAAGCAGTGA-3′

- X는 5개의 아미노산으로 이루어져 있다.
- p는 동일한 염기가 연속된 2개의 염기쌍이 x에 삽입된 돌연변이이며, P는 X보다 아미노산의 수가 1개 적다.
- q는 x에서 동일한 염기가 연속된 2개의 염기쌍이 결실된 돌연변이이며, Q의 아미노산 수는 X와 동일하다.
- r는 x에서 연속된 4개의 염기쌍이 결실된 돌연변이이다. 결실된 부분의 염기 쌍의 염기 사이에는 8개의 수소 결합이 있다.
- s는 x에서 하나의 염기쌍이 치환된 돌연변이이며 S와 X의 아미노산 서열은 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개시 코돈은 AUG이고, 종결 코돈은 UAA, UAG, UGA이며, RNA 가공은 고려하지 않는다.) [3점]

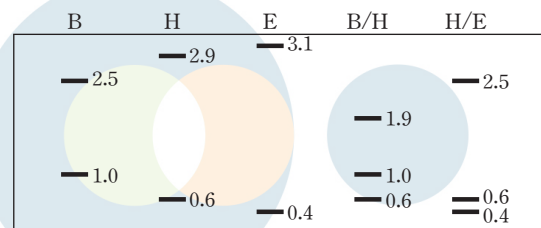
보기

ㄱ. p에서 x의 전사 주형 가닥에 삽입된 염기는 A이다.
ㄴ. Q와 S의 아미노산 서열은 같다.
ㄷ. P와 R가 각각 합성될 때 사용한 종결 코돈은 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

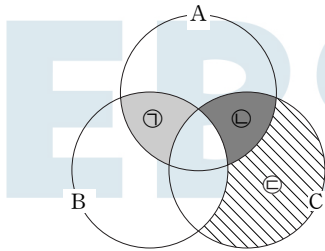
6067-0323

그림은 길이가 3.5kb인 선형 DNA를 제한 효소 *Bam*HI(B), *Hind*III(H), *Eco*RI(E)으로 단일(B, H, E) 또는 2중(B+H, H+E) 처리하여 얻은 전기 영동 결과를 나타낸 것이다. DNA 띠의 오른쪽 숫자는 DNA의 길이(kb)를 나타낸다. kb는 DNA의 길이를 나타내는 단위이다.

이 DNA를 *Bam*HI(B)과 *Eco*RI(E)으로 동시에 처리하였을 때 예상되는 절편의 수(가)와 이 중 크기가 가장 작은 절편의 크기(나)를 옳게 나타낸 것은? [3점]

	(가)	(나)		(가)	(나)
①	2	0.3kb	②	3	0.4kb
③	2	0.4kb	④	2	0.6kb
⑤	3	0.6kb			

17

6067-0324

그림은 생물 A~C의 공통점과 차이점을, 표는 그림의 ㉠~㉢에 해당하는 내용을 나타낸 것이다. A~C는 각각 흔들말, 표고버섯, 솔이끼 중 하나이다. 흔들말은 남세균에 속하며, 표고버섯은 담자균류에 속한다.

특징	내용
㉠	진핵생물이다.
㉡	광합성을 한다.
㉢	펩티도글리칸을 함유하는 세포벽이 있다.

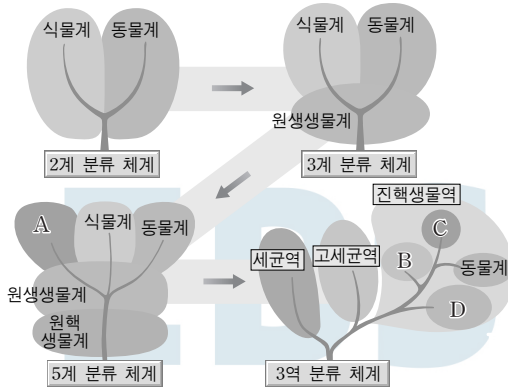
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. A는 포자로 번식한다.
ㄴ. B는 균계에 속하는 생물이다.
ㄷ. C는 고세균역에 속하는 생물이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

18

6067-0325

다음은 생물 분류 체계의 변화를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

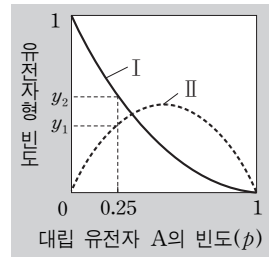
보기
ㄱ. 푸른곰팡이는 A와 C에 속한다.
ㄴ. B에 속한 생물은 독립 영양 생물이다.
ㄷ. D는 원생생물계이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

6067-0326

다음은 하디-바인베르크 평형이 유지되는 여러 집단에 대한 자료이다.

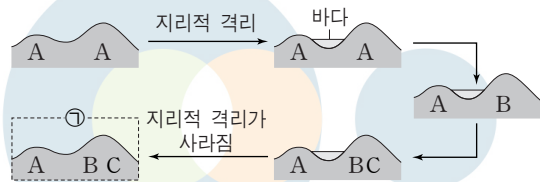
- 각 집단의 개체수는 동일하다.
- 각 집단에서 대립 유전자 A와 a의 빈도는 각각 p와 q이고, $p+q=1$이다.
- 그림은 각 집단 내 대립 유전자 A의 빈도에 따른 유전자형 Aa와 aa의 빈도를 나타낸 것이다.
- Ⅰ과 Ⅱ는 각각 Aa와 aa의 빈도 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. $\frac{y_1}{y_2}=\frac{2}{3}$이다.
ㄴ. p가 0.25인 집단에서 유전자형이 Aa인 개체수는 AA인 개체수의 6배이다.
ㄷ. 유전자형 AA의 빈도와 Aa의 빈도가 같은 집단에서 $p^2+q^2=\frac{4}{9}$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

6067-0327

그림은 종 분화 과정을 통해 종 A가 종 B로, 종 B가 종 C로 분화하는 과정을 나타낸 것이다. A~C는 서로 다른 생물학적 종이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 동소적 종 분화와 이소적 종 분화는 각각 1회 일어났다.)

보기
ㄱ. 이소적 종 분화에 의해 A로부터 B가 분화되었다.
ㄴ. B와 C의 유연관계가 A와 C의 유연관계보다 가깝다.
ㄷ. ㉠에서 B와 C 사이에 생식 능력을 갖는 자손이 나올 수 없다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ